

TARTU ÜLIKOOL

Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Teet Meerits

**Staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste akuutne mõju
reielihaste toonuse ja vertikaalhüppe näitajatele
meeskergejõustiklaste kiirusliku- ja plahvatusliku jõu alade
esindajatel**

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

(Kinesioloogia ja biomehaanika)

Juhendaja: MD PhD Helena Gapeyeva

Tartu 2014

VÄITEKIRJA MATERIJALIDE PÕHJAL AVALDATUD ARTIKKEL JA ETTEKANNE KONVERENTSIL

Bacchieri S, Meerits T, Pääsuke M, Cicchella A, Gapeyeva, H. Effect of static and dynamic stretching on jump performance in speed and explosive power trained track-and-field athletes. Eddited: Pääsuke M, Lätt E, Jürimäe J of The 7th Conference of Baltic Society of Sport Sciences; 2014 7-9.05; Tartu, Eesti. Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis 2014; 20 supplement: 24.

SISUKORD

VÄITEKIRJA MATERIJALIDE PÕHJAL AVALDATUD ARTIKKEL JA ETTEKANNE KONVERENTSIL.....	2
TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID	5
SISSEJUHATUS	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	8
1.1. Soojenduse tähtsus spordis	8
1.2. Staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste roll soojenduse osana	9
1.2.1. Staatilised venitusharjutused.....	9
1.2.2. Dünaamilised venitusharjutused	10
1.3. Staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste mõju sooritusvõimele	10
1.3.1. Venitusharjutuste mõju hüppevõimele.....	10
1.3.2. Venitusharjutuste mõju sprindi kiirusele	12
1.4. Venituste mõju skeetilihasele funktsioonile ja morfoloogiale	13
1.4.1. Muutused lihaskõõlus ühikus.....	13
1.4.2. Venitusharjutuse mõju lihastoonusele	14
2. TÖÖ EESMÄRGID JA ÜLESANDED.....	17
3. METOODIKA	18
3.1. Vaatlusalused.....	18
3.2. Uuringus kasutatud meetodikad	19
3.2.1. Eelsoojendus	19
3.2.2. Venitusharjutused	19
3.3. Mõõtmismeetodid.....	21
3.3.1. Antropomeetrilised mõõtmised.....	21
3.3.2. Painduvuse määramine	21
3.3.3. Keha nahapinna temperatuuri määramine.....	22
3.3.4. Lihastoonuse määramine.....	22
3.3.5. Vertikaalhüppe näitajate määramine.....	24
3.4. Uuringu korraldus.....	26
3.4.1. Enne uuringut läbiviidud toimingud	26
3.4.2. Mõõtmispäeval läbiviidavad toimingud.....	26
3.5. Andmete statistiline töötlus	28

4. TÖÖ TULEMUSED.....	29
4.1. Reie nahapinna temperatuuri näitajad	29
4.1.1. Reie nahapinna temperatuuri näitajad dünaamilistel venitusharjutustel.....	29
4.1.2. Reie nahapinna temperatuuri näitajad staatilisel venitusharjutusel	29
4.2. Reielihase toonuse, elastsuse, jäikuse, relaksatsiooni aja ja roomavuse näitajad.....	31
4.2.1. Reie lihaste toonuse näitajad dünaamilistel venitusharjutustel.....	31
4.2.2. Reielihaste toonuse näitajad staatilistel venitusharjutustel	32
4.2.3. Reielihaste elastsuse näitajad dünaamilistel venitusharjutustel	33
4.2.4. Reielihaste elastsuse näitajad staatilistel venitusharjutustel	34
4.2.5. Reielihaste jäikuse näitajad dünaamilistel venitustel.....	37
4.2.6. Reielihaste jäikuse näitajad staatilistel venitustel	38
4.2.7. Reielihaste mehaanilise pinge relaksatsiooniaeg dünaamilistel venitustel	38
4.2.8. Reielihaste mehaanilise pinge relaksatsiooniaeg staatilistel venitustel	39
4.2.9. Reielihaste roomavuse (Deborah arv) näitajad dünaamilistel venitustel	40
4.2.10. Reielihaste roomavuse (Deborah arv) näitajad staatilistel venitustel	41
4.3. Vertikaalse üleshüppe näitajad	41
4.3.1. Üleshüppe näitajad dünaamilistel venitustel.....	41
4.3.2. Üleshüppe näitajad staatilistel venitustel	43
4.4. Korrelatiivsed seosed saadud tulemuste vahel	44
5. TULEMUSTE ARUTELU	47
5.1. Lihastoonuse näitajad.....	47
5.2. Üleshüppe näitajad.....	50
5.3. Uuringu limiteerivad faktorid ja praktiline väärtus	52
6. JÄRELDUSED	53
7. KASUTATUD KIRJANDUS	55
SUMMARY.....	62
TÄNUAVALDUSED.....	63
Lisad	64
Lisa 1. Dünaamilised ja staatilised venitusharjutused	64
Lisa 2. Mõõtmispunktid lihastel	65
Lisa 3. Uuringusse sobivuse küsitlus	66
Lisa 4. Vaatlusaluse küsitluse vorm	67

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID

a	aasta
BF	reie- kakspealihhas (<i>m. biceps femoris</i>)
cm	sentimeeter
DS	dynamic stretching
DÜNVH	dünaamiline venitusharjutus
EMG	elektromüograafia
g	gramm
Hz	herts
kg	kilogramm
KMI	kehamassiindeks
kW	kilovatt
m	meeter
Max	maksimum
Min	miinimum
mm	millimeeter
MPRA	mehaanilise pinge relaksatsiooniaeg
ms	millisekund
N	njuuton
n	vaatlusaluste hulk
PKH	käte abita poolkükist üleshüpe
PKLH	eelneva allaliikumisega poolkükist ilma käte hoota üleshüpe
ROM	ette painduvuse ulatus

SD	standardhälve
STATVH	staatiline venitusharjutus
s	sekund
SS	static stretching
ST	poolkõõluslihas (<i>m.semitendinosus</i>)

SISSEJUHATUS

Soojendus on üks osa sportlikust tegevusest, mille eesmärgiks on organismi ettevalmistamine füüsiliseks pingutuseks (Bishop, 2003). Mida kõrgemal tasemel spordiga tegeletakse, seda olulisem on iga võidetud sentimeeter ja sajandik. Iga detail, ka soojendus, on väga oluline sportliku resultaadi saavutamisel. Mitmetes uuringutes on käsitletud soojendusel sooritatavate dünaamiliste ja staatiliste venitusharjutuste mõju jooksukiirusele ja üleshüppe näitajatele, kuid uuringutes leitud tulemused on vastukäivad.

Mitmed uuringud on leidnud, et dünaamilised venitusharjutused mõjuvad positiivselt jooksukiirusele võrreldes staatiliste venitusharjutustega (Fletscher ja Jones, 2004; Kistler jt., 2010; Traombley 2010). Bishop ja Middleton (2013) ei leidnud dünaamiliste ja staatiliste venitusharjutuste vahel olulisi erinevusi jooksu kiirusele. Analoogete tulemuseni on jõudnud ka mitmed teised autorid (Jordan, jt., 2012; Pearce jt., 2012; Wallmanni jt., 2012; Wong jt., 2011).

Dünaamiliste venitusharjutuste positiivset mõju on tähendatud ka üleshüppe näitajate puhul (Carvalho jt., 2012; Chtourou jt., 2013; Pagaduan jt., 2012), samas kui staatiliste venituste kasutamine on näidanud negatiivset mõju üleshüppe näitajatele (Pearce jt., 2012; Perrier jt., 2011). Mitmed uuringud aga ei leia erinevusi dünaamiliste ja staatiliste venitusharjutuste kasutamisel (Bishop ja Middleton 2013; Murphy jt., 2010; Samson jt., 2012).

Jooksukiiruse ja üleshüppe näitajate kohta leidub hulgaliselt uuringuid, kuid siiski ei ole leitud ühtset seisukohta. Erinevate venitusharjutuste mõju lihase toonuse näitajatele on vähe uuritud. Küll on aga eraldi uuritud staatiliste venituste mõju alajäsemete lihaste toonusele (Rihvk jt., 2010; Ylinene jt., 2009) ning võrreldud staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste akuutset mõju õlavarre kakspealihasele (Veevo, 2012).

Töös võrreldakse dünaamiliste ja staatiliste venitusharjutuste mõju reie tagumise rühma lihaste toonuse ja üleshüppe näitajatele. Töö tulemused on kasulikud kiirust ja plahvatuslikku jõudu nõudvate spordialade esindajatele ja treeneritele, parandamaks sportlaste saavutusvõimet.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Soojenduse tähtsus spordis

Enne venitusharjutuste sooritamist on soovitatav organism ette valmistada venitusteks ehk viia läbi spetsiaalne soojendus. Soojenduse peamiseks eesmärgiks on organismi ettevalmistamine füüsiliseks pingutuseks. Soojenduse saab jaotada oma tegumoelt kaheks - aktiivseks ja passiivseks (Bishop, 2003). Passiivse soojenduse käigus tõstetakse lihaste ja kehatüve temperatuuri väliste vahenditega, aktiivse soojenduse kasutamisel tõuseb lihaste ja kehatüve temperatuur füüsilise aktiivsuse mõjul (Bishop, 2003). Aktiivne soojendus on sportlikus mõttes kasulikum ja seetõttu kasutatakse spordis just aktiivset soojendust. Soojenduse käigus toimuvad organismis mitmed muutused. Olulisemad muutused on varasemalt kirjeldatud lihaste ja kehatüve temperatuuri muutused, mis on seotud muutustega lihastoonuses, närviimpulsside ülekandes, termoregulatsioonis. Lisaks toimuvad muutused lihaste verevarustuses ja hapnikutarbimises ning inimese vaimses seisundis (Bishop, 2003). Analüüsides viit vigastuste ja soojendusega seotud teadusartiklit, järeldasid Fradkin ja kaasautorid (2006), et soojendusharjutused vähendavad riski vigastuste tekkimisel. Spordialad on oma olemuselt ja tegumoelt erinevad. Seega mõningatel spordialadel võib soojendusel olla väga oluline roll vigastuste ennetamisel, samas kui teisel spordialal soojendus sellist mõju ei oma. Seega on väga oluline soojenduse sobivus spordialaga.

Soojenduse läbiviimisel on üks olulisemaid tegureid soojenduse intensiivsus. Soojendust alustatakse aeroobse tegevusega, milleks on kas jalutamine, jooksmine või erinevate ergomeetrite kasutamine. Wittekind ja Beneke (2009) soovivad soojendusel joosta mitte madalama intensiivsusega kui 60% maksimaalsest hapniku tarbimisest, sest madalam intensiivsus ei anna piisavat eelist sportimisel. Liiga intensiivne ja kauakestev soojendus põhjustab laktaadi taseme tõusu ning vähendab seeläbi saavutusvõimet. Soojendus 65% maksimaalsest hapniku tarbimisest parandab lihase kontraktsiooni nii aktiivsetes kui passiivsetes lihastes (Pearce jt., 2012). Soovitatav hapniku tarbimine soojendusel on $75,6 \pm 10,4\%$ (keskmine \pm SD) maksimaalsest hapnikutarbimisest, ning soovituslik vererõhk soojendusel on $78 \pm 7\%$ (keskmine \pm SD) maksimaalsest (Mandengue jt., 2009). Soojenduse kestvus on erinevatel spordialadel varieeruv, kuid parima efekti sooritusele annab 8-20 minutit kestev soojendus (Mandengue jt., 2005; Parveen 2013).

1.2. Staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste roll soojenduse osana

Kergejõustiklased kasutavad soojenduse ühe osana venitusharjutusi (Sekir jt., 2010). Kasutades erinevaid venitusharjutusi, loodetakse parandada sportlikku resultaati, hoiduda vigastustest, parandada liigese liikuvusulatust (Shellock ja Prentice, 1985). Kergejõustikus kasutatakse nii staatilisi kui dünaamilisi venitusharjutusi soojendusjooksu järgselt treeningu alguses ja lõdvestusel treeningu lõpus (Little ja Williams, 2006; Sekir jt., 2010). Antud töö keskendub staatiliste- ja dünaamiliste venitusharjutuste kasutamisele eelsoojenduse järgselt, kohe enne üleshüpete sooritamist.

1.2.1. Staatilised venitusharjutused

Staatilised venitusharjutused ehk *stretching* (ingl. k.) on aeglase venitusasendi sissevõtmine ning selle asendi hoidmine kindla aja jooksul. Asend võetakse kas välise mõjutuse abil (passiivselt) või ilma välise mõjutuseta (aktiivselt). Lihasrühma venitatakse maksimaalse lihase elastsuse piirides ning venitusasendit hoitakse lihasrühma lõtvumiseni (Pehkonen ja Leppänen, 2010; Puente dura jt., 2012). Staatilise venituse käigus väheneb tundlikkus venituse suhtes ning seetõttu suureneb liikuvuse ulatus (Weppeler ja Magnusson, 2010).

Staatiliste venitusharjutuste sooritamisel on oluline harjutuste kestvus ehk staatilise asendi hoidmise aeg. Wong jt. (2011) võrdlesid erineva kestvusega (30 s, 60 s ja 90 s) staatiliste venitusharjutuste mõju 25-le füüsiliselt terve ja aktiivse mehe (keskmine \pm standardhälve (SD) vanus $24,6 \pm 0,5$ a painduvusele. Leiti, et 90 s kogukestvusega (kolm korda 30 s) venitusharjutused mõjutasid kõige enam painduvust. Kay ja Blazeovich (2012) analüüsisid 106 staatilise venitusharjutusega seotud uuringut põlve painutajatele, põlve sirutajatele ja sääre painutajatele ning leidsid, et staatilised venitusharjutused enne sooritust, kogukestvusega alla 30 s, ei mõjuta negatiivselt jõu-, võimsuse- ega kiiruslikke karakteristikuid. Staatilised venitusharjutused, mille kogukestvus oli pikem kui 60 s, mõjutasid negatiivselt jõudu, võimsust ja kiiruslikke võimeid eeldavatele sportlikele tegevustele. Tulemused ei erinenud lihasgrupiti.

1.2.2. Dünaamilised venitusharjutused

Dünaamiliste venitusharjutuste puhul saavutatakse venitus aktiivse lihastöö käigus ning venitav lihas kontraheerub harjutuse käigus, kuid liikumisulatus ei ületa aktiivse liigese liikuvust (Fletscher, 2010; Puentedura jt., 2012). Mann ja Jones (1999) soovitasid dünaamilisi venitusharjutusi kasutada järjepidevalt iga treeningu alguses ning kohandada harjutused sõltuvalt spordiala spetsiifikast. Harjutuste soovituslik kestvus koos soojendusjooksuga on 10-15 minutit. Intensiivsemad venitusharjutused valmistavad organismi kõige paremini ette intensiivseks pingutuseks. Intensiivsed venitusharjutused tagavad parema närvisüsteemi aktivatsiooni, mis on seotud samuti kehatüve temperatuuri ja südamelöögisageduse tõusuga (Fletscher, 2010). Koos dünaamiliste venitusharjutustega on soovitatav kasutada ka ballistilisi venitusharjutusi. Ballistiliste venitusharjutuste hulka kuuluvad vibutused, hooliigutused ja suure liikumisulatusega sooritatavad aktiivsed painduvusharjutused. Erinevalt dünaamilistest venitusharjutustest ületab liikumisulatus inertsjõu mõjul aktiivse liigeseliikuvuse, mis võimaldab võrreldes dünaamiliste venitustega suuremat liikuvusulatust (Puentedura jt., 2012).

Kokkuvõttes saab venitusharjutused jagada kahte suuremasse gruppi: staatilised- ja dünaamilised venitusharjutused. Staatilised venitusharjutused hõlmavad kindla asendi võtmist ja selle hoidmist teatud ajaperioodi vältel. Dünaamilised venitusharjutused hõlmavad aktiivset lihastööd. Dünaamiliste venitusharjutuste hulka loetakse ka ballistilised venitusharjutused.

1.3. Staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste mõju sooritusvõimele

Iga tegevus spordis on seotud kindla eesmärgiga. Soojendus koos venitusharjutustega on ettevalmistav osa maksimaalse tulemuse saavutamisel (Wittekind ja Beneke, 2007). Hüppevõime, sprindi kiirus ning jõunäitajad on ühed peamised võimed, mis erinevatel spordialadel on olulised, saavutamaks maksimaalne tulemus.

1.3.1. Venitusharjutuste mõju hüppevõimele

Chtourou jt. (2013) viisid läbi uuringu, mille eesmärgiks oli võrrelda erinevate venitusharjutuste mõju jalgpallurite vanuses (keskmine \pm SD) $18,6 \pm 2,8$ a vertikaalhüppele. Kõige paremat hüppevõimet näitasid vaatlusalused, kes pärast soojendusjooksu sooritasid alajäsemete dünaamilisi venitusharjutusi. Venitusharjutused kestsid 20 s ja iga harjutust sooritati 3 seeriat, mille vahel oli 7-8 s aega lihase lõdvestamiseks. Chtourou jt. (2013)

uuringu tulemusi kinnitab Pagaduan'i jt. (2012) uuring, mis tõestas, et parima tulemuse vertikaalses üleshüppes saavutasid jalgpallurid vanuses (keskmine \pm SD) $19,4 \pm 1,1$ a, kes sooritasid enne hüppetesti 7 erinevat dünaamilist venitusharjutust alajäsemete tagumisele ja eesmisele rühmale, kogu kestvusega 40 s (2 korda 20 s). Dünaamiliste venitusharjutuste positiivset mõju hüppevõimele tõestas ka Carvalho jt. (2012) läbiviidud uuring noortetennisistidega vanuses (keskmine \pm SD) $14,5 \pm 1,5$ a. Vaatlusalused sooritasid alajäsemetele dünaamilisi venitusharjutusi reie tagumise rühma lihastele. Sooritati 3 seeriat, seeria kestvus oli 15 s.

Pearce jt. (2012) tõestasid staatiliste venitusharjutuste negatiivset mõju 15-le kehaliselt terve mehe, vanuses (keskmine \pm SD) $23,4 \pm 6,4$ a, hüppevõimele. Võrreldi maksimaalset vertikaalset üleshüpet pärast 5 minutilist soojendusjooksu ning pärast erinevaid venitusharjutusi alajäsemetele (staatilised- ja dünaamilised venitusharjutused ja venitusharjutusi sooritamata). Pärast venitusharjutusi sooritasid vaatlusalused maksimaalse vertikaalse üleshüppe ning 5 järjestikust üleshüpet. Uuringust selgus, et vaatlusalused, kes sooritasid staatilisi venitusharjutusi või ei sooritanud venitusharjutusi, näitasid oluliselt madalamaid tulemusi kui dünaamilisi venitusharjutusi sooritanud vaatlusalused. Ülal mainitud uuringu tulemusi kinnitas ka Perrier jt. (2011) uuring.

Vastupidiselt uuringutele, mis kinnitasid dünaamiliste venitusharjutuste positiivset efekti hüppevõimele, leidsid Bishop ja Middleton (2013) vastupidise tulemuse. Uuriti 25 kehaliselt aktiivset meest vanuses (keskmine \pm SD) $20,3 \pm 1,3$ a. Vaatlusaluseid uuriti kahel korral, esimesel uuringu päeval sooritasid vaatlusalused ainult dünaamilisi venitusharjutusi reie eesmise ja tagumise rühma lihastele. Harjutuskava koosnes 15-st erinevast harjutust, mida sooritati vastavalt harjutusele 1-3 korda. Teisel uuringi korral sooritasid vaatlusalused peale identseid dünaamilisi venitusharjutusi lisaks staatilisi venitusharjutusi alajäsemete lihastele, iga harjutust sooritati 20 s. Uuringus leiti, et staatilised venitusharjutuste sooritamine pärast dünaamilisi venitusharjutusi ei mõjuta oluliselt hüppevõimet. Samasuguste tulemusteni jõudsid Murphy jt. (2010), võrreldes 42 kehaliselt terve mehe, vanuses (keskmine \pm SD) $21,0 \pm 2,0$ a, lühiajaliste staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste mõju vertikaalhüppele. Autorid järeldasid, et lühiajalised staatilised ja dünaamilised venitusharjutused ei omanud statistiliselt olulist mõju vertikaalhüppele.

Samson jt. (2012) võrdlesid nelja erinevat soojenduskava, mis hõlmasid ka staatilisi ja dünaamilisi venitusharjutusi. Uuriti 9-t meest ja 10-t naist vanuses (keskmine \pm SD) vastavalt $27,8 \pm 8,4$ a ja $22,2 \pm 3,3$ a. Vaatlusalused olid kehaliselt aktiivsed, osaledes regulaarselt erinevate spordialade (kestvusjooks, kiirjooks ja pallimängud) treeningutel. Vaatlusalused sooritasid 4 erinevat soojenduskava: 1. aeroobne jooks ja dünaamilised venitusharjutused 3 korda 30 s alajäsemetele; 2. aeroobne jooks, 3 jooksuharjutust 20 m ja dünaamilised venitused; 3. aeroobne jooks ja staatilised venitusharjutused 3 korda 30 s alajäsemetele, 4. aeroobne jooks, jooksuharjutused ja staatilised venitusharjutused. Autorid ei leidnud olulisi muutusi hüppevõimele, kui kasutati erinevaid soojendus- ja venitusstrateegiaid.

Yuktasir ja Kaya (2009) uurisid reie tagumise rühma lihaste staatiliste venitusharjutuste pikaajalist mõju hüppevõimele ja painduvusele. Uuringus osales 28 kehaliselt tervet meest vanuses (keskmine \pm SD) $21,8 \pm 1,9$ a, kes läbisid 6 nädala jooksul 24 venitustreeningut. Vaatlusalused jagati venituse iseloomu järgi kolme gruppi- passiivne staatiline venitus, aktiivne staatiline venitus ja kontrollgrupp. Staatilist venitusasendit hoiti igal treeningul 4 korda 30 s. Uuringust järeldati, et pikaajaline staatiline venitus ei mõjuta üleshüppevõimet, kuid parandab oluliselt põlveliigese liikuvust.

1.3.2. Venitusharjutuste mõju sprindi kiirusele

Jooksu kiirus on oluline näitaja paljudel spordialadel. Fletcher ja Jones (2004) uurisid dünaamiliste ja staatiliste venitusharjutuste mõju 97 ragbi mängija, vanuses (keskmine \pm SD) $23,0 \pm 8,4$ a 20 m sprindi tulemusele. Leiti, et vaatlusalused, kes sooritasid soojendusel dünaamilisi venitusharjutusi (harjutuse kestvus 20 s) näitasid pärast soojendust paremaid tulemusi kui staatilisi venitusi (venituse kestvus 20 s) kasutanud sportlased. Dünaamiliste venitusharjutuste efektiivsust kiiruslike võimete näitamisel kinnitab ka Traombley (2010) uuring, kes uuris kehaliselt aktiivseid mehi ja naisi, vastavalt vanuses (keskmine \pm SD) $23,0 \pm 3,0$ a ja $22,0 \pm 2,0$ a. Analoogetes tulemused leidsid Kistler jt. (2010), kes analüüsisid 100 m sprindi tulemusi ülikooli tasemel meessoost kergejõustiklastel vanuses (keskmine \pm SD) $20,3 \pm 1,4$ a, kes jaotati juhuslikult kahte vaatlusrühma. Pärast soojendusjooksu sooritas üks rühm vaatlusaluseid alajäsemete lihastele venitusharjutusi. Venitused sooritati reie esimese ja tagumise külje lihastele. Iga venituse kestvus oli 30 s ja harjutuste vahel oli puhkepaus 20 s. Samal ajal teisel poolel grupist oli puhkeperiood. Pärast venitusi või puhkeperioodi sooritasid vaatlusalused maksimaalse kiirusega 100 m jooksu. Kistler jt. (2010) leidsid, et staatilisi venitusi sooritanud vaatlusalused kaotasid märgatavalt 100 m sprindi distantssi esimesel poolel

võrreldes venitusharjutusi mittesooritanud vaatlusalustega. Staatiliste venituste negatiivset mõju hüppealadega tegelevatele kergejõustiklastele näitas ka Winchester'i jt. (2008) uuring.

Samson jt. (2008) uurisid kehaliselt aktiivseid üliõpilasi, kellest 9 olid meessoost ja 10 naissoost vastavalt vanuses (keskmine \pm SD) $27,0 \pm 8,2$ a ja $22,2 \pm 3,3$ a. Leiti, et parima tulemuse kiirjooksus tagab spordialaspetsiifiline aktiivne soojendus ning märgatavat erinevust staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste kasutamisel ei leitud. Antud uuringus kasutati alla 90 s kestvusega staatilisi venitusharjutusi koos spetsiifilise soojendusega, mis tagasid maksimaalse venitusamplituudi, kuid spordis on oluline dünaamiline paindumus (Samson jt., 2012). Dünaamilised venitusharjutused mõjutavad nii staatilist kui ka dünaamilist painduvust (Silveira jt., 2011).

Bishop ja Middleton (2013) võrdlesid dünaamiliste venitusharjutuste ja staatilise ning dünaamilise venitusharjutuste koosmõju 25-le meessoost kehakultuuri üliõpilasele (keskmine vanus \pm SD $20,3 \pm 1,3$ a) 20 m sprindi tulemusele. Uuring ei näidanud erinevate venitusharjutuste vahel olulist erinevust sprindi tulemustes. Analoogete järelduse teevad ka Wong jt. (2011), kes uurisid erineva kestvusega staatiliste venitusharjutuste ja neile järgnevatele dünaamiliste venitusharjutuste mõju 25-le kehaliselt aktiivsele meessoost tudengile (keskmine vanus \pm SD $24,6 \pm 0,5$ a) jooksu kiirusele. Staatilised venitused kestsid 30 s, 60 s ja 90 s. Leiti, et pikema kestvusega venitused mõjusid efektiivselt puusa- ja põlveliigese liikuvusele, kuid sprindi tulemustes harjutuste mõju ei kajastunud. Erinevate venitusharjutuste mõju jooksukiirusele ei kajastunud ka Jordan jt., 2012; Pearce jt., 2012; Wallmanni jt., 2012 uuringutes.

Kokkuvõttes mõjuvad staatilised venitusharjutused enne sooritust maksimaalset pingutust nõudvatele sportlikele tegevustele negatiivselt või neutraalselt. Dünaamilised venitusharjutused seevastu parandavad sooritust.

1.4. Venituste mõju skeletilihasele funktsioonile ja morfoloogiale

1.4.1. Muutused lihaskõõlus ühikus

Kato jt. (2010) mõõtis staatilise venituse mõju seitsme kehaliselt terve mehe, vanuses (keskmine \pm SD) $22,9 \pm 1,1$ a, kaksik- sääremarjalihase (*m. gastrocnemius*) ja sääremarja-

kolmpealihase (*tendon musculi tricipis surae*) kõõlusele. Vaatlusalune lamas selili massažilaua ning mõõdeti dünamomeetriga jõud, mida vaatlusalune rakendas jala liigutamisel dorsaalfleksioonist plantaarfleksiooni 30 N*m jõu juures. Seejärel hoiti vaatlusaluse jalga dorsaalfleksioonis ehk venitati tema sääre lihaseid 20 minutit. Venituse ajal määrati ka kaksik- sääremarjalihase mõlema pea, lest-sääremarjalihase (*m. soleus*) ja eesmisel sääreluulihasel (*m. tibialis anterior*) ning mõõdeti hüppeliigese ja reieluu vahelist nurka gonimomeetriga ning jälgiti lihaseid ja kõõlust ultraheliga. Tulemustes leiti, et staatilise venituse käigus suurenes dorsaalfleksioon vastavalt ajale. Pärast 10-minutilist venitamist suurenes oluliselt aktiivne liikuvusulatus, dorsaalfleksioon vastavalt (keskmine \pm SD) enne venitust $24,0 \pm 7,0^\circ$ ja pärast venitust $33,0 \pm 5,0^\circ$ ja kõõluse pikkus vastavalt (keskmine \pm SD) enne venitust 17 ± 2 mm ja pärast venitust 22 ± 1 mm, kui ei toimunud lihase pikenemist. Autorid järeldasid, et hüppeliigese aktiivne liikuvusulatus suureneb kõõluse pikenemise arvelt, mitte lihase elastsuse arvelt (Kato jt., 2010).

Samukawa jt. (2011) mõõtsid dünaamiliste venitusharjutuste mõju sääreliha lihaskõõlusüksusele. Kaksikümme kehaliselt tervet meest, vanuses (keskmine \pm SD) $22,5 \pm 2,4$ a, sooritasid pärast viie minutilise aeroobset soojendust veloergomeetril dünaamilise venitusharjutuse säärele. Harjutuseks oli aktiivne labajala plantaarfleksioon ja dorsaalfleksioon. Harjutust sooritati vaid paremale jalale 30 s vältel 5 seeriat rütmiga 60 lööki minutis. Iga seeria vahel oli 30 s puhkeperiood, mille käigus teostati ultrasonograafuuring, millega jälgiti lihase ja kõõluse asendi muutusi. Sarnaselt Kato jt. (2010) uuringule suurenes oluliselt hüppeliigese dorsaalfleksioon kõõluse pikenemise arvelt. Seega ei mõjuta venitused mitte lihast, vaid liikuvusulatuse suurenemine toimub kõõluse pikenemise arvelt. Seda nii staatiliste (Kato jt., 2010) kui dünaamiliste venitusharjutuste puhul (Samukawa jt., 2011).

1.4.2. Venitusharjutuse mõju lihastoonusele

Lihastoonus on defineeritud lihase jäikuse või vastupanuna passiivsele survele (Simons ja Mense, 1998). Enoka (2002) defineerib lihastoonust kui lihase poolt avaldatavat vastupanu liigese liikumisele. Lihastoonuse võib jaotada kaheks: passiivne skeetilihase rahuoleku toonus, millel puudub tahteline kontraktsioon, ja asenditoonus kui mehaaniline pinge lihases, mille abil kindlustatakse posturaalne tasakaal ja luuakse lihastööks vajalik eelpinge (Vain 2011). Lihastoonus sõltub kahest füsioloogilisest faktorist- pehmete kudede viskoelastsetest omadustest ja lihase kontraktilsete mehhanismide võimekusest (Simons ja Menes, 1998).

Rihvk jt. (2010) uurisid venituse mõju lihase toonusele, jäikusele ja elastsusele. Uuringus osales 30 kehaliselt aktiivset meest, vanuses (keskmine \pm SD) $23,2 \pm 3,2$ a, kes jaotati 3 gruppi- kontrollgrupp, staatilisi venitusharjutusi sooritav grupp ja pingutus-lõõgastus venitust sooritav grupp. Igasse rühma kuulus 4 jalgpallurit, 3 terviseklubi liiget ja 3 üliõpilast. Uuringu kestel vaatlusalused ei tegelenud treeningutega. Harjutusega mõjutati sääre tagumise rühma lihaseid ning lihastoonuse näitajad registreeriti reie- kakspealihase (*m. biceps femoris*) kõhtmiselt osalt. Venitusharjutusi sooritati 3 seeriat, iga seeria kestvus oli 30 s ja puhkeperiood seeriade vahel oli 30 s. Lihastoonuse näitajad registreeriti enne ja peale venitusharjutusi Myoton 3 müomeetriga. Uuringus ei leitud statistiliselt olulisi muutusi lihastoonuse näitajates. Passiivse staatilise venituse mõju lihastoonusele ei leidnud ka Ylinen jt. (2009). Autorid uurisid passiivse venituse mõju 4 nädala jooksul. Kaksteist füüsiliselt tervet mees ($34,0 \pm 10,0$ a), kes tegelesid regulaarselt 4 korda nädalas spordiga, peamiselt jooksmise, pallimängude ja jalgrattasõiduga. Lamavas asendis vaatlusaluse parem jalg tõsteti spetsiaalse seadmega sirgelt ette- üles kuni ebamugavus tunde tekkimiseni. Nelja nädala möödudes paranes küll puusaliigese liikuvus, kuid ei toimunud olulisi muutusi lihastoonuse näitajates.

Fletscher (2010) võrdles erineva intensiivsusega sooritatavate alajäsemete lihaste, mis on otseselt seotud hüppevõimega, dünaamiliste venitusharjutustemõju vertikaalse üleshüppe ja elektromüograafia (EMG) näitajatele. Uuringus osales 24 kehaliselt tervet meest, vanuses (keskmine \pm SD) $21,0 \pm 0,3$ a, kes harrastasid erinevaid pallimänge, mis olid seotud hüppevõimega. Vaatlusalused jagati kolme gruppi. Pärast 10-minutilist soojendusjooksu kiirusega 10 km/h sooritas üks rühm venitusharjutused rütmiga 50 lööki minutis, teine rühm rütmiga 100 lööki minutis ja kolmas rühm ei sooritanud venitusharjutusi. Iga harjutust sooritati 10 kordust kahes seerias. Uuringu käigus registreeriti kehatemperatuur, südamelöögisagedus ja EMG ning poolkükist üleshüpe (käed puusal) ja 30 cm kõrgenduselt hüpe maha ja seejärel üles. Igat hüpet korrati 5 korda ning hüpete vahel oli paus 3 minutit. Analüüsiks kasutati 5 hüppe aritmeetilist keskmist. Uuringu käigus saadud tulemustest järeldus, et vaatlusalused, kes sooritasid kõrgema sagedusega dünaamilisi venitusi (100 lööki/minutis), näitasid paremaid tulemusi mõlema hüppeviisi puhul. Kõrgema sagedusega sooritatud venitusharjutuste puhul tähendati ka kõrgemat EMG aktiivsust, mis viitab selgelt paranenud närvisüsteemi aktiivsusele, ning kõrgemat südamelöögisagedust ja kõrgemat kehatemperatuuri võrreldes väiksema sagedusega (50 lööki/minutis) venitusharjutusi sooritanud või venitusharjutusi mitte sooritanud vaatlusrühmadega.

Kokkuvõtteks võib öelda, et venitusharjutuste mõju lihastoonuse näitajatele on vähe uuritud. Varasemalt läbiviidud uuringutes pole leitud olulisi muutusi lihastoonuse näitajates pärast venitusharjutuste sooritamist. Enamasti on uuritud harrastussportlasi ning puuduvad uuringud meessoost kiirus- ja plahvatusjõualade esindajatega. Venitusharjutuste kestvused varieeruvad 30 s kuni 90 s. On leitud, et aktiivne liikuvusulatus venituse toimet suureneb kõõluse pikenemise arvelt, mitte lihase elastsuse arvelt.

2. TÖÖ EESMÄRGID JA ÜLESANDED

Käesoleva töö eesmärgiks oli võrrelda staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste akuutset mõju reie lihaste toonuse ja vertikaalhüppe näitajatele meeskergejõustiklaste kiirusliku- ja plahvatusliku jõu alade esindajatel.

Töö ülesanneteks oli:

1. Võrrelda staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste mõju reie- kakspealihase ja poolkõõluslihase toonuse näitajatele.
2. Võrrelda staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste mõju üleshüppe võimele.
3. Analüüsida korrelatiivseid seoseid toonuse näitajate ja käte abita paigalt üleshüppe kõrguse vahel.
4. Analüüsida reielihase posterioorse osa temperatuuri muutusi venitusharjutuste käigus.
5. Analüüsida korrelatiivseid seoseid lihastoonuse näitajate ja naha temperatuuride vahel.

Vastavalt töö eesmärkidele püstitatud hüpoteesid:

1. Lihastoonuse näitajad ja üleshüppe tulemused on tugevas korrelatiivses seoses.
2. Dünaamilised venitusharjutused mõjuvad positiivselt üleshüppe tulemustele ja staatilised venitusharjutused negatiivselt.
3. Nahapinna temperatuur on tugevas korrelatiivses seoses lihastoonuse näitajatega.

3. METOODIKA

3.1. Vaatlusalused

Käesolevas uurimistöös osales 12 vabatahtlikku meessoost kergejõustiklast, kelle treeningute spetsiifika eeldab kiirus ja plahvatusjõu arendamist. Vaatlusaluste sportlikuks erialaks oli kiirjooks ($n=7$), kõrgushüpe ($n=2$), kaugushüpe ($n=3$). Vaatlusaluste sportlik tase vastas üks aasta enne uuringus osalemist riigi meistrivõistluste tasemele. Vaatlusalusteandmed on esitatud tabelis 1. Mõõtmised viidi läbi võistlusteks ettevalmistuse perioodil või vahetult pärast võistlushooaega, kui sportlaste kehaline võimekus oli maksimumi lähedane.

Tabel 1. Vaatlusaluste andmed meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD) ($n=12$).

Tunnus	Vaatlusaluste andmed			
	X \pm SD	Max	Min	Vahe
Vanus (a)	22,0 \pm 2,1	25,0	18,0	7,0
Pikkus (cm)	183,0 \pm 6,4	196,0	173,2	22,8
Kehamass (kg)	79,5 \pm 7,0	94,7	70,5	24,2
KMI	23,6 \pm 2,2	28,0	21,0	6,9
ROM (cm)	29,0 \pm 9,5	41,0	11,5	29,5
Rasvaprotsent (%)	8,9 \pm 3,8	19,1	4,4	14,7
Treeningstaaž (a)	10,8 \pm 3,3	16,0	5,0	9,6
Treeningtundi nädalas	13,8 \pm 4,3	20,0	7,0	13,0

Märkus: KMI- kehamassiindeks; Min- miinimum; Max- maksimum; ROM- ettepainduvuse ulatus.

Vaatlusaluste värbamine uuringusse toimus koostöös Tartus tegutsevate kergejõustiku treenerite ja sportlastega suulise vestluse kaudu, kus tutvustati uuringus osalemise tingimusi, kasutatavaid meetodeid ja uuringus saadavat kasu sportlasele ja treenerile.

Uuringus osalesid vaatlusalused, kellel puudusid kaebused tervisliku seisundi üle, kellel ei esinenud akuutseid vigastusi ja kes treenisid antud hetkel maksimaalsete koormustega. Uuringus ei osalenud vaatlusalused, kellel esines ortopeedilisi haigusi või oli esinenud tõsiseid traumasid või pehmetekoe vigastusi viimase 6 kuu jooksul. Enne uuringus osalemist täitsid potentsiaalsed vaatlusalused vastava küsitluse, mille põhjal otsustati uuringusse sobivus. Küsitlus saadeti 25 potentsiaalsele vaatlusalusele, kellest uuringusse sobis 20 vaatlusalust. Viis potentsiaalset vaatlusalust ei sobinud uuringusse seoses akuutse vigastusega.

Sobivatest vaatlusalustest loobus 2 inimest seoses ajapuudusega ning 4 potentsiaalset uuritavat vigastas end enne uuringus osalemist. Neljateistkümnest vaatlusalusest kaks elimineeriti seoses kahe uuringukorra vahel tekkinud vigastusega, mis ei olnud seotud uuringu käigus toimunuga. Uuring oli kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega.

3.2. Uuringus kasutatud metoodikad

3.2.1. Eelsoojendus

Pärast lihastoonuse vajalike punktide määramist sooritas vaatlusalune 10 minutilise soojendusjooksu. Soojendusjooksu läbiviimiseks kasutati jookslinti (Oma Metal Industrial Co., Ltd; Hiina). Jooksulindil oli võimalik jälgida kulunud aega ning muuta lindi liikumise kiirust. Südame löögisagedus paluti hoida alla 140 löögi minutis (Mandengue jt., 2005; Parveen 2013). Südame löögisageduse määramiseks kasutati pulsikella Polar RS 300x (Polar OY, Soome). Vaatlusaluse rindkere ümber kinnitati spetsiaalne pulsivöö, mis edastas kogu soojendusjooksu vältel südamelöögisagedust. Vajadusel paluti vaatlusalusel jooksutempot tõsta või vähendada.

3.2.2. Venitusharjutused

Esimesel uuringu korral sooritasid vaatlusalused dünaamilised (joonis 1) ja teisel uuringu korral staatilised venitusharjutused (joonis 2) vastavalt ettenähtud tempole ja ajale. Vaatlusalustel oli varasemalt võimalik tutvuda harjutusi kirjeldavate jooniste ja seletustega (Lisa 1). Dünaamilised venitusharjutused sooritati kõigepealt parema jalaga ja seejärel vasaku jalaga 20 s vältel 3 seeriat sagedusega 60 lööki minutis (elektrilise metronoomi esitatud tempoga). Iga seeria vahel oli vaatlusalusel 30 s pikkune puhkeperiood. Vaatlusalune toetus toolile ning viis põlvest kergelt kõverdatud jala ette-üles ja taha-ülesse. Vaatlusaluselt paluti venituse käigus saavutada venituse efekt reie tagumise rühma lihastele. Tugeva valuaistingu tekkimisel katkestati harjutus kohe.

A**B****C**

Joonis 1. Dünaamiline venitusharjutus: algasend (A), jalg ette (B), jalg taha (B).

Staatilist venitusharjutusi sooritati kõigepealt parema jalaga, seejärel vasaku jalaga 3 korda 20 s vältel. Iga seeria vahel oli puhkus 30 s. Vaatlusalune oli selili lamangus, tõmmates käte abiga põlvestkõverdatud jalga rindkere suunas 75 protsendilise pingega maksimaalsest nii, et venitus toimuks reie tagumise rühma lihastes. Tugeva valuaistingu tekkimisel katkestati harjutus kohe.



Joonis 2. Staatiline venitusharjutus.

3.3. Mõõtmismeetodid

3.3.1. Antropomeetrilised mõõtmised

Kehapikkus ja alajäsemete pikkus määrati mitteelastse antropomeetriga (Soehnle professional, Saksamaa) täpsusega 0,1 cm. Kehamassi määramiseks kasutati elektroonilist kaalu täpsusega 0,1 kg.

3.3.2. Painduvuse määramine

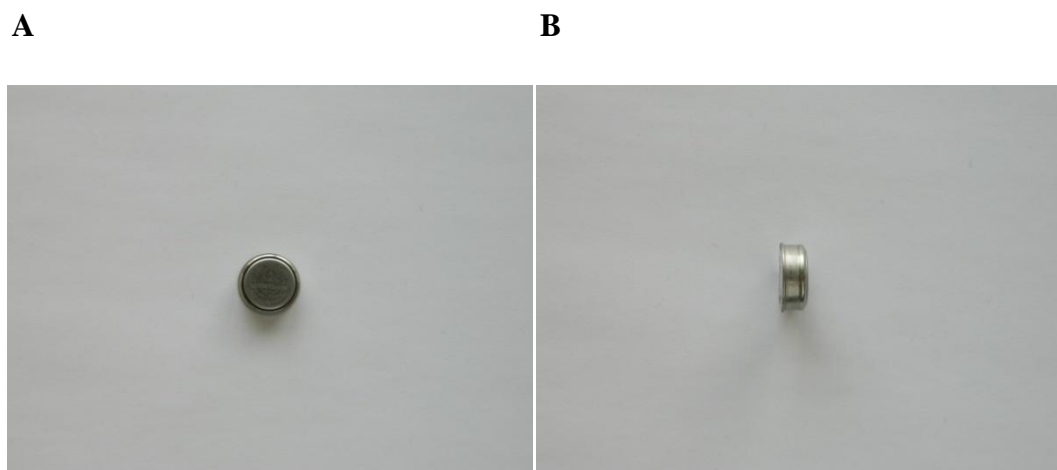
Aktiivsepainduvuse testimiseks ettepainutusel istes kasutati *Modified sit and reach flexibility* mõõteseadet (mudel 01285A, Lafayette Instrument Company, USA). Seadme valiidsus mõõtmaks alaselja ja reie tagumise külje painduvust on tõestatud meestel (n=49) ja naistele (n=71) vastavalt keskmise vanus (keskmine \pm SD) $67,7 \pm 7,5$ a ja $65,6 \pm 8,6$ a (Lemmink jt., 2003). Vaatlusalused istusid sirgete jalgadega põrandale ning asetasisid labajalad vastu vertikaalset plaati (kõrgus 33 cm). Hoides jalgu sirgena, sooritasid vaatlusalused painutuse ette, sirutades käed sujuvalt maksimaalse kauguseni ette ning hoides asendit 2 s. Tulemus määrati horisontaalsel pinnal asetseva skaala järgi sentimeetrites. Sooritati 3 testi ning arvestati parimat tulemust.

3.3.3. Keha rasvkoe hulga määramine

Keha koostis määrati nahavoltide paksuse mõõtmise abil. Nahavoldi paksuse mõõtmiseks kasutati standardset kaliibrit Slim Guide (Creative Health Products, Plymouth Michigan, USA) (surve 10 g/mm^2). Mõõtmised teostati keha paremal poolel. Rinnal ja kõhul asetsevate voltide mõõtmisel seisis vaatlusalune ning reie eesmisel poolel asuva punkti mõõtmiseks paluti vaatlusalusel istuda toolile. Mõõdetavad punktid markeeriti ning teostati kolm mõõtmist. Iga mõõtmise vahe oli vähemalt 1 minut. Keha koostise arvutamiseks kasutati Jackson'i ja Pollock'i (1978) poolt toodud valemit, mille järgi arvutati sealhulgas rasvkoe osakaal keha massist protsentuaalselt.

3.3.3. Keha nahapinna temperatuuri määramine

Nahapinna temperatuuri määramiseks kasutati nahatemperatuuri andureid (DS1922L, Maxim Integrated Products, Inc, USA). Andurite mõõtmed olid diameetriga 16,25 ja kõrgusega 5,89 mm (joonis 3). Andurid (joonis 3) kinnitati mõlema kehapoole reie distaalsele osale leukoplastiga.



Joonis 3. Termoandurid pealt (A) ja külgvaates (B).

Temperatuur registreeriti 10 s intervalliga ja andurites salvestatud andmed kanti pärast nende kehalt eemaldamist vastava seadme (DS1401-4+, Maxim Integrated Products, Inc, USA) abil üle arvutisse. Termoandurite valiidsus on tõestatud Smith jt. (2010) uuringus.

3.3.4. Lihastoonuse määramine

Alajäsemete lihastoonuse näitajad registreeriti müomeetriga (joonis 4) MyotonPro (Myoton Ltd, Eesti) ning sisestati personaalarvutisse, kus saadud andmed töödeldi programmi MYPRO 5.0.0 abil. Seadme kõrgus 162 mm, laius 67 mm, paksus 28 mm ja kaal 230 g. Otsiku läbimõõt oli 3 mm. Müotonomeeter annab lihaskoele hetkelise mitteinvasiivse ja valutut mehaanilise mõjutuse, mille tagajärjel lihases tekkiv sumbuv võnkumine salvestatakse ja võnkekõvera andmetest arvutatakse lihase seisundit iseloomustavad näitajad (Vain, 2002). Seadme reliaablus ja valiidsus on tõestatud noorematel meestel ($25,9 \pm 4,4$; $n=42$) ja vanematel meestel ($72,1 \pm 4,9$; $n=21$), mõõtes reie sirglihast (*m. rectus femoris*) ja õlavarre kakspealihast (*m. biceps brachii*) (Agyapong-Badu jt., 2013).

A



B



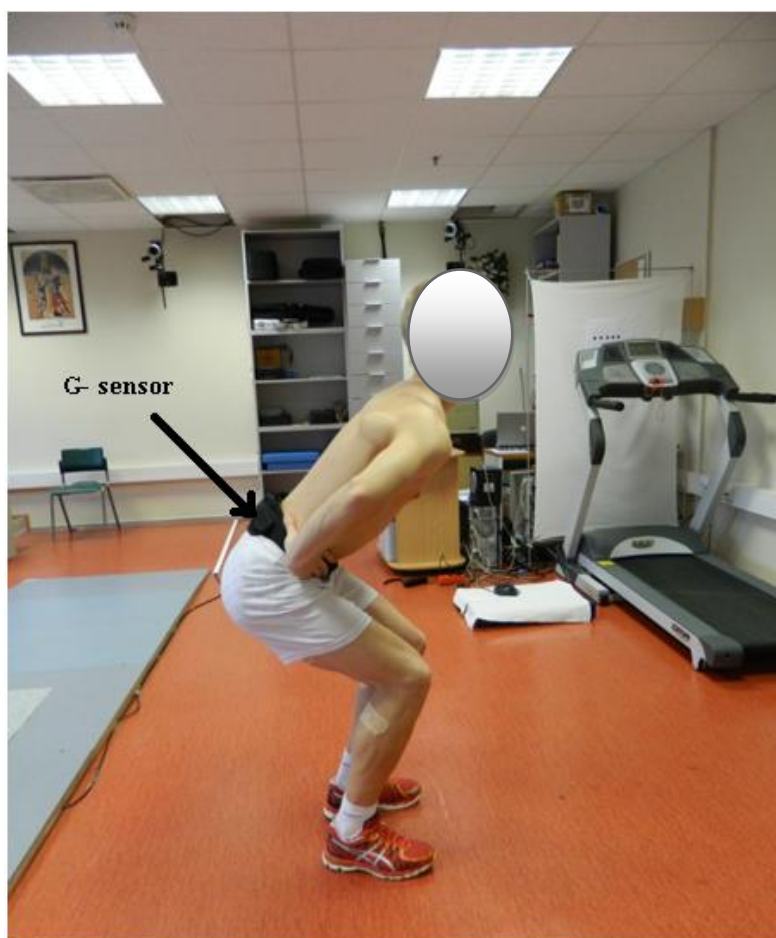
Joonis 4. Toonuse mõõtmine (A) ja MyotonPro mõõtesead (B).

Mõõtmised teostati keha paremal ja vasakul poolel sümmeetrilistest punktidest. Mõõtmisi alustati alati paremast poolest. Enne mõõtmist paluti vaatlusalusel lamada massaažilaua kõhul, käed küljel. Seejärel märgiti spetsiaalse kirurgilisemarkeriga Allskin Plus (Viscot Medical, USA) punktid poolkõõluslihasle (*m.semitendinosus*, edaspidi ST) ja reie kaks pealihasele (*m. biceps femoris*, edaspidi BF) (Lisa 2). Õige mõõtepunkti leidmiseks hoiti vaatlusalust hüppeliigesest ning paluti tõsta säärt kergelt taha üles, et kontraheeruksid reie tagumise rühma lihased. Seejärel määrati märgitud punktides lihastoonuse näitajad lamavas asendis. Enne iga mõõtmist paluti vaatlusalustel keha lihased lõdvestada ning uurija veendus palpeerides, et lihas ei oleks pinges. Lihastoonuse näitajad määrati ST ja BE lihastel. Kasutati *multiscan* režiimi ning mõõdeti lihastoonuse näitajad 10 korda igas punktis. Arvesse võeti keskmised näitajad. Määrati võnkesagedus (Hz), dünaamiline jäikus (N/m), logaritmiline dekrement, mehaanilise pinge relaksatsiooni aeg (ms) ja roomavus (*Deborah* number). Andmete analüüsiks kasutati keskmisi näitajaid.

3.3.5. Vertikaalhüppe näitajate määramine

Vertikaalhüppe näitajad määrati portatiivse sensori (BTS S.p.A., Itaalia) abil (joonis 5). Sensor kinnitati vaatlusaluse lumbaalosale L5 tasandil spetsiaalse rihmaga. Sensoris asetsevad akseleromeeter, magnetomeeter ning güroskoop. Sensori mõõdud on -pikkus 78 mm, laius 48 mm, paksus 20 mm ja mass 62 g. Sensor saadab tulemused juhtmeta ühenduse sinihamba (*bluetooth*, inglise k.), kaudu personaalarvutisse, mis spetsiaalse tarkvara abil (BTS G-Studio) töötleb andmed hüppe karakteristikud andmeteks.

Sooritati kaks hüpet – poolkükist käte abita üleshüpe (PKH) (joonis 5) ja eelneva allaliikumisega poolkükist ilma käte hoota üleshüpe (PKLH). Mõlemal juhul oli äratõuke asendis põlveliigese nurk 90°. Põlveliigese nurk mõõdeti mehaanilise goniomeetriga – *Lafayette Gollehon Extendable Goniomeetr* (mudel 01135, Lafayette Instrument Company, USA). Määrati hüppe kõrgus (cm), maksimaalne kontsentriline võimsus (kW). Hüpped sooritati kaks korda ja analüüsimiseks võeti kõrgeima hüppe tulemused.

A**B****C**

Joonis 5. G-sensor (BTTS S.p.A, Itaalia), pikkus (A) ja laius (B) ja poolkükist käte abita üleshüppe algasend (C).

3.3.6. Borgi skaala

Vaatlusaluse pingutuse taset soojendusjooksul, venitusel ja puhkuse järgselt hinnati Borgi skaalaga (6–20), kus 6 tähendas väga kerget ning 20 maksimaalset pinget. Borgi skaala on valideeritud, mõõtmaks pingutust ja intensiivsust (Grant jt., 1999; Karavatas ja Tavakol, 2005).

3.4. Uuringu korraldus

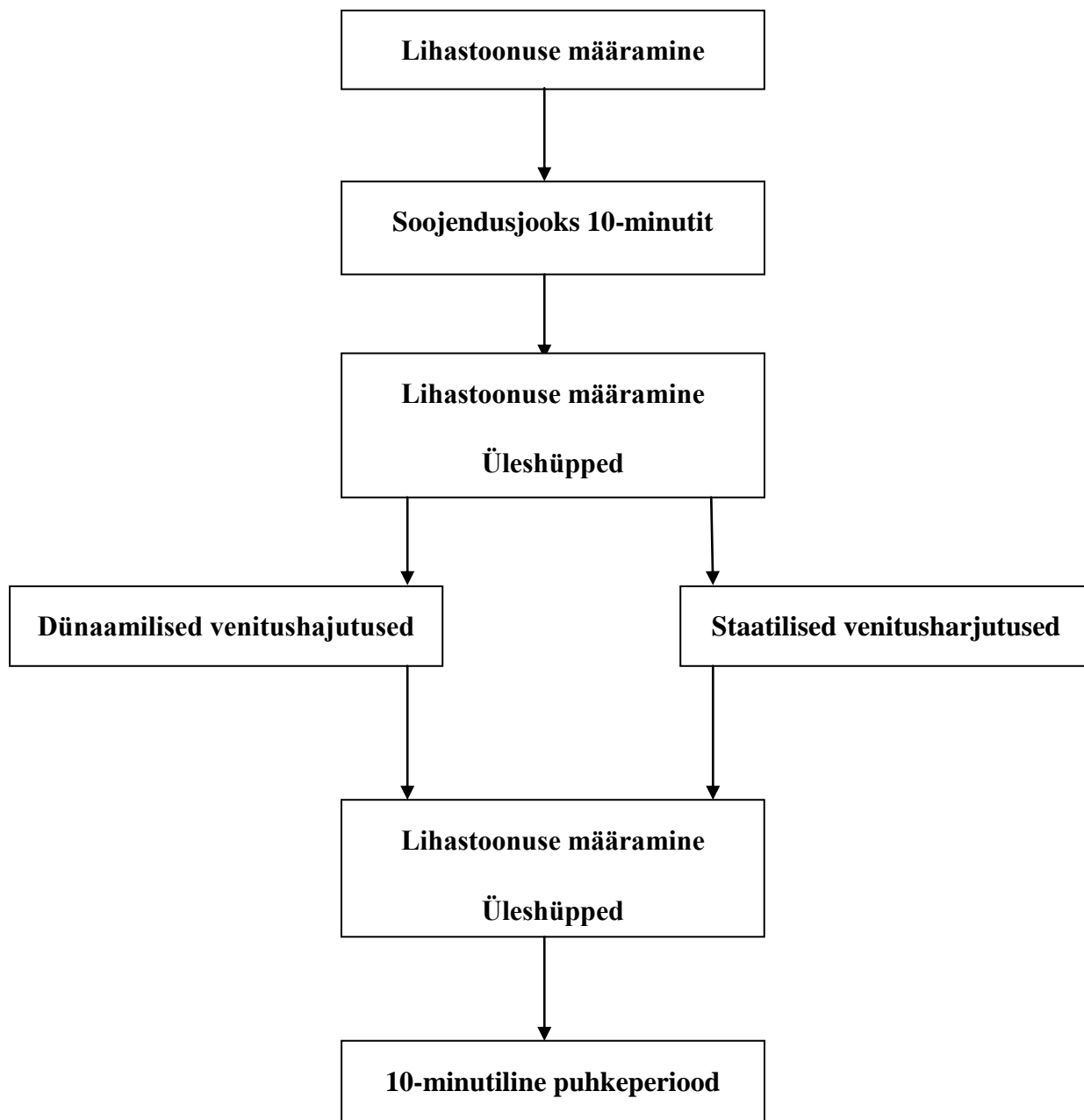
Uuring viidi läbi Tartu Ülikooli kinesioloogia ja biomehaanika laboris. Vaatlusalused osalesid uuringus kahel korral. Enne uuringut informeeriti vaatlusaluseid eelseisvast uuringust ning kasutatavatest meetoditest. Uuritavad külastasid laboratooriumi kaks korda. Kahe mõõtmispäeva vahe oli vähemalt seitse päeva. Teine uuring üritati korraldada võimalikult sarnastes tingimustes. Arvestati kellaaega, nädalapäeva ja uuringule eelneval päeval läbiviidud tegevusi ning samade spordijalanõude kasutamist. Vaatlusalustel paluti vältida uuringu ja uuringueelsel päeval lihastoonust mõjutavaid faktoreid - näiteks kofeiin, massaaž, füüsiline koormus ja lihastoonust mõjutavad toidulisandid. Kokku kulus ühe vaatlusaluse testimiseks kaks tundi (kaks korda üks tund). Pärast uuringut informeeriti vaatlusaluseid saadud tulemustest koos täiendavate selgitustega.

3.4.1. Enne uuringut läbiviidud toimingud

Potentsiaalselt vaatlusalusele tutvustati uuringu üldist korraldust ja eesmärki. Potentsiaalse vaatlusaluse soovi korral uuringus osaleda paluti täita uuringusse sobivuse küsimustik (Lisa 3). Vaatlusaluse sobivusel uuringusse lepiti kokku uuringusosalemise aeg ning selgitati vajalikke vahendeid uuringus osalemiseks (lühikeste spordiriiete ja spordijalanõude olemasolu).

3.4.2. Mõõtmispäeval läbiviidavad toimingud

Uuringu ülesehitus on kirjeldatud joonisel 6. Vaatlusaluse saabumisel laboratooriumi kinnitas vaatlusalune oma vabatahtlikkust ja teadlikku nõusolekut uuringus osalemiseks allkirjaga. Lisaks täitis vaatlusalune küsimustiku, mis sisaldas küsimusi sportlikku eriala, treeningkoormuste ja varasemate vigastuste kohta (Lisa 4). Kõik uuringus informatsiooni kogumiseks kasutatavad küsimustikud olid kodeeritud. Seejärel teostati antropomeetrilised mõõtmised ja nahavoltide paksuse mõõtmine, mõõdeti aktiivne ettepainutus istudes. Eespool kirjeldatud tegevused viidi läbi ainult esimesel uuringukorral.



Joonis 6. Uuringu korraldus.

Pärast algandmete registreerimist märgiti lihastoonuse mõõtmiseks vajalikud markerid ning vaatlusalune sooritas 10-minutilise soojendusjooksu. Pärast soojendusjooksu registreeriti lihastoonuse näitajad ja üleshüppe karakteristikud. Seejärel sooritati venitusharjutused, esimesel uuringu korral dünaamilised venitusharjutused ja teisel korral staatilised venitusharjutused. Peale venitusharjutuste sooritamist registreeriti taas lihastoonuse näitajad ja üleshüppe karakteristikud ning järgnes 10-minutiline puhkus. Pärast puhkust määrati lihastoonuse näitajad ning üles hüppe karakteristikud.

3.5. Andmete statistiline töötlus

Tulemuste analüüsimiseks kasutati tabelarvutusprogrammi MS Excel. Määrati andmete aritmeetilised keskmised ja standardhälve (SD). Tulemuste vahelisi erinevusi ja muutusi analüüsiti Student paaris t-testiga. Protsentuaalsete erinevuste arvutamiseks näitajate vahel kasutati valemit: $\text{muutus} = \frac{(\text{algtase} - \text{tulemus})}{\text{algtase}} \times 100\%$. Algtasemeks loeti mõlema uuringupäeva esimese mõõtmise tulemused 100-ks protsendiks, millega võrreldi järgnevate mõõtmiste tulemuste erinevusi, arvutades protsentuaalne muutus võrreldes algtasemega. Madalaimaks olulisuse nivooks võeti $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

Käesolevas uurimustöös hinnati 10-minutilise soojendusjooksu, staatiliste ja dünaamiliste venituste mõju reie tagumise rühma lihaste temperatuuri, toonuse ja üleshüppe näitajatele.

4.1. Reie nahapinna temperatuuri näitajad

4.1.1. Reie nahapinna temperatuuri näitajad dünaamilistel venitusharjutustel

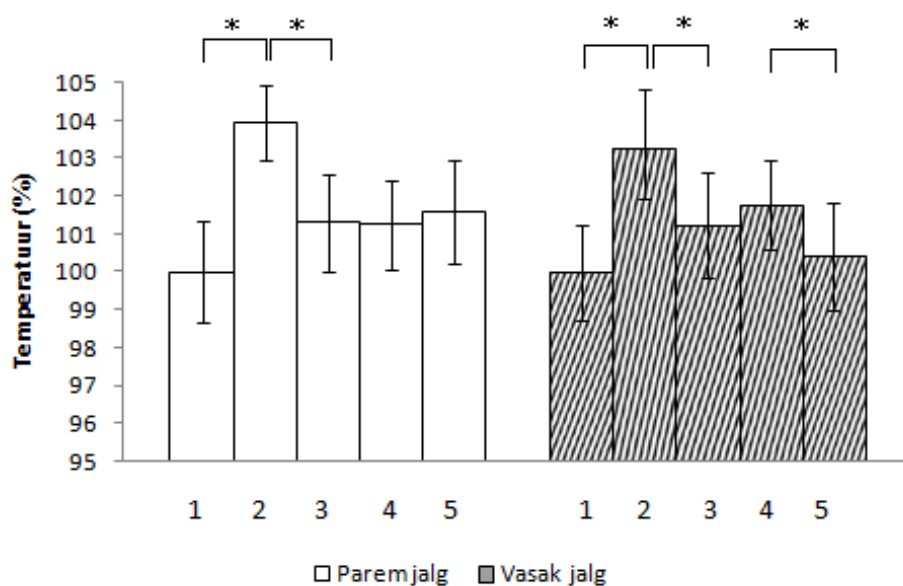
Reie nahapinna posterioorse osa temperatuuri näitajate muutused dünaamilistel venitusharjutustel (DÜNVH) on esitatud joonisel 7. Reie posterioorse osa nahapinna temperatuur meeskergejõustiklastel suurenes oluliselt ($p < 0,05$) 10-minutilise soojenduse mõjul, vastavalt 4,0% paremal (keskmine \pm SD enne $31,2 \pm 1,3^\circ$ ja pärast $32,5 \pm 1,4^\circ$) ja 3,3% vasakul jalal (keskmine \pm SD enne $31,4 \pm 1,3^\circ$ ja pärast $32,5 \pm 1,6^\circ$).

Pärast DÜNVH nahapinna temperatuurile oluliselt ei muutnud. Võrreldes venituse eelset ja järgset temperatuuri, langes reie posterioorse osa nahapinna temperatuur paremal jalal 0,1% (keskmine \pm SD enne $31,6 \pm 1,3^\circ$ ja pärast $31,6 \pm 1,2^\circ$) ja vasaku jala temperatuur tõusis 0,1% (keskmine \pm SD enne $31,8 \pm 1,4^\circ$ ja pärast $31,8 \pm 1,2^\circ$). Muutused ei olnud statistiliselt olulised. Pärast 10-minutilist puhkust parema ja vasaku jala reie nahapinna temperatuuri näitajad tõusid vähesel määral võrreldes venituse järgsete näitajatega. Muutused ei olnud statistiliselt olulised. Parema jala reie nahapinna temperatuuri näitaja tõusis 0,4% (keskmine \pm SD enne $31,6 \pm 1,2^\circ$ ja pärast $31,7 \pm 1,4^\circ$) ja vasaku jala reie temperatuuri näitaja tõusis 0,4% (keskmine \pm SD enne $31,8 \pm 1,2^\circ$ ja pärast $32,0 \pm 1,4^\circ$).

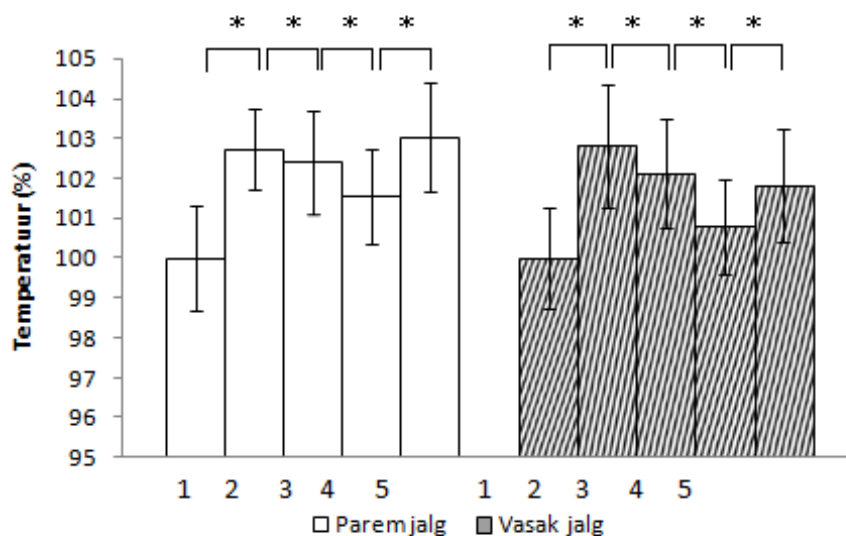
4.1.2. Reie nahapinna temperatuuri näitajad staatilisel venitusharjutusel

Reie nahapinna posterioorse osa temperatuuri näitajate muutused DÜNVH on esitatud joonisel 7. Reie posterioorse osa nahapinna temperatuur meeskergejõustiklastel suurenes oluliselt ($p < 0,05$) 10-minutilise soojenduse mõjul vastavalt 2,7% paremal (keskmine \pm SD enne $31,3 \pm 1,3^\circ$ ja pärast $32,1 \pm 1,7^\circ$) ja 2,8% vasakul jalal (keskmine \pm SD enne $31,7 \pm 1,2^\circ$ ja pärast $32,6 \pm 1,6^\circ$).

A



B



Joonis 7. Reie posterioorse osa nahapinna temperatuuri protsentuaalsed muutused dünaamilisel (A) ja staatilisel (B) venitustel enne soojendust (1), pärast soojendust (2), enne venitust (3), pärast venitust (4) ja pärast 10-minutilist puhkust (5) paremal ja vasakul jalal meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD). Andmed enne soojendust võeti 100%-ks. * $p < 0,05$.

Pärast staatilisi venitusharjutusi (STATVH) langes reie posterioorse osa nahapinna temperatuur võrreldes venituse eelse temperatuuriga ($p < 0,05$), vastavalt parema reie nahapinna temperatuur langes 0,8% (keskmine \pm SD enne $32,1 \pm 1,5^\circ$ ja pärast $31,8 \pm 1,5^\circ$) ja vasakul jalal 1,3% (keskmine \pm SD enne $32,4 \pm 1,45^\circ$ ja pärast $32,0 \pm 1,6^\circ$) muutused ei olnud statistiliselt olulised. Pärast 10-minutilist puhkust parema ja vasaku jala reie nahapinna temperatuuri näitajad tõusid vähesel määral võrreldes venituse järgsete näitajatega. Muutused ei olnud statistiliselt olulised. Parema jala reie nahapinna temperatuuri näitaja tõusis 1,4% (keskmine \pm SD enne $31,8 \pm 1,5^\circ$ ja pärast $32,2 \pm 1,5^\circ$) ja vasaku jala reie temperatuuri näitaja tõusis 1,0% (keskmine \pm SD enne $32,0 \pm 1,6^\circ$ ja pärast $32,3 \pm 1,4^\circ$).

Kokkuvõttes mõjutas kõige enam reie nahapinna posterioorse osa temperatuuri soojendusjooks. Pärast soojendusjooksu tõusis temperatuuri näitaja oluliselt. DÜNVH ei mõjutanud oluliselt nahapinna temperatuuri. STATVH sooritamise järgselt temperatuuri näitaja langes, kuid taastus pärast 10-minutilist puhkeperioodi.

4.2. Reielihase toonuse, elastsuse, jäikuse, relaksatsiooni aja ja roomavuse näitajad

4.2.1. Reie lihaste toonuse näitajad dünaamilistel venitusharjutustel

Lihastoonuse muutused dünaamilistel venitustel on esitatud tabelis 2. BF lihastoonuse näitajad paremal jalal langesid 3,0% võrreldes näitajatega enne soojendust, vasakul jalal toonuse näitajad langesid soojenduse järgselt 1,9%. Muutused ei olnud statistiliselt olulised. ST lihastoonuse näitaja langes pärast soojendust paremal jalal 0,4% ja vasakul jalal 0,2% võrreldes soojenduse eelse näitajaga. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

Pärast DÜNVH parema jala BF lihastoonuse näitaja langes 1,2% ja vasaku jala toonuse näitaja tõusis 3,4% võrreldes venituse eelse lihase toonuse näitajaga. Muutused ei olnud statistiliselt olulised. ST lihastoonuse näitaja paremal jalal kasvas 1,6% ja vasakul jalal langes 0,7% võrreldes venituse eelse näitajaga. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

Kümneminutilise puhkuse järgselt parema jala BF toonuse näitaja langes 0,7% ja vasaku jala BF toonuse näitaja tõusis 0,4% võrreldes enne soojendust mõõdetud tulemustega. ST lihastoonuse näitajad suurenesid võrreldes enne soojendust mõõdetud näitajaga, vastavalt paremal jalal 1,2% ja vasakul 0,1%. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

Kokkuvõttes langesid lihastoonuse näitajad soojenduse järgselt BF kui ST lihastel. Dünaamilised venitusharjutused lihastoonusele olulist mõju ei avalda.

Tabel 2. Reielihastetoonuse näitajad (Hz) dünaamilistel ja staatilistel venitustel meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD).

Tunnus	Toonuse näitaja (Hz)			
DÜNVH	1	2	3	4
BF parem	16,99 \pm 1,62	16,48 \pm 1,36	16,29 \pm 1,12	16,82 \pm 1,16*
BF vasak	16,59 \pm 1,20	16,28 \pm 1,03	16,83 \pm 1,44	16,63 \pm 1,00
ST parem	17,43 \pm 1,39	17,35 \pm 1,25	17,63 \pm 1,73	17,63 \pm 1,61
ST vasak	17,25 \pm 1,39	17,23 \pm 1,41	17,11 \pm 1,46	17,28 \pm 1,34
STATVH				
BF parem	16,60 \pm 0,99	16,61 \pm 1,07	16,44 \pm 1,15	16,40 \pm 1,09
BF vasak	16,81 \pm 0,95	16,68 \pm 0,99	16,99 \pm 1,00	16,79 \pm 0,95
ST parem	17,76 \pm 1,46	17,71 \pm 1,43	17,67 \pm 1,21	17,56 \pm 1,33
ST vasak	17,16 \pm 1,28	17,23 \pm 1,36	17,29 \pm 1,46	17,29 \pm 1,35

Märkused: 1-Enne soojendust, 2-pärast soojendust ja enne venitust, 3-pärast venitust ja 4-pärast 10-minutilist puhkust. BF- reie- kakspealihase, ST- poolkõõluslihas, DÜNVH- dünaamiline venitusharjutus, STATVH staatiline venitusharjutus. *p<0,05 võrreldes 3,4.

4.2.2. Reielihaste toonuse näitajad staatilistel venitusharjutustel

Lihastoonuse näitajad staatilistel venitustel on esitatud tabelis 2. BF lihastoonuse näitajad paremal jala oluliselt ei muutunud ja vasakul jalal lihastoonuse näitaja langes 0,8% võrreldes soojenduse eelsete näitajatega. Muutused ei olnud statistiliselt olulised. ST lihastoonuse näitajad paremal jalal langesid 0,3% ja vasakul jalal tõusid 0,4% võrreldes soojenduse eelsete näitajatega. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

BF lihastoonuse näitajad langesid peale staatilisi venitusi 1,0% ja vasaku jala BF lihastoonuse näitajad tõusid 1,7% võrreldes lihastoonusega enne venitusharjutusi. Muutused ei olnud statistiliselt olulised. ST lihastoonuse näitajad langesid 0,2% ja vasaku jala ST lihastoonuse näitajad tõusid 0,3% võrreldes lihastoonuse näitajatega enne venitusharjutusi. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

Pärast 10-minutilist puhkust staatiliste venitusharjutuste sooritamisel BF lihastoonuse näitaja langes paremal jalal 1,2% ja vasakul jalal näitaja ei muutunud võrreldes enne soojendust mõõdetud näitajatega. Parema jala ST lihastoonuse näitaja langes 10-minutilise puhkuse järel

1,1% ja vasaku jala toonuse näitaja tõusis 0,8% võrreldes lihastoonuse näitajatega enne soojendust. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

4.2.3. Reielihaste elastsuse näitajad dünaamilistel venitusharjutustel

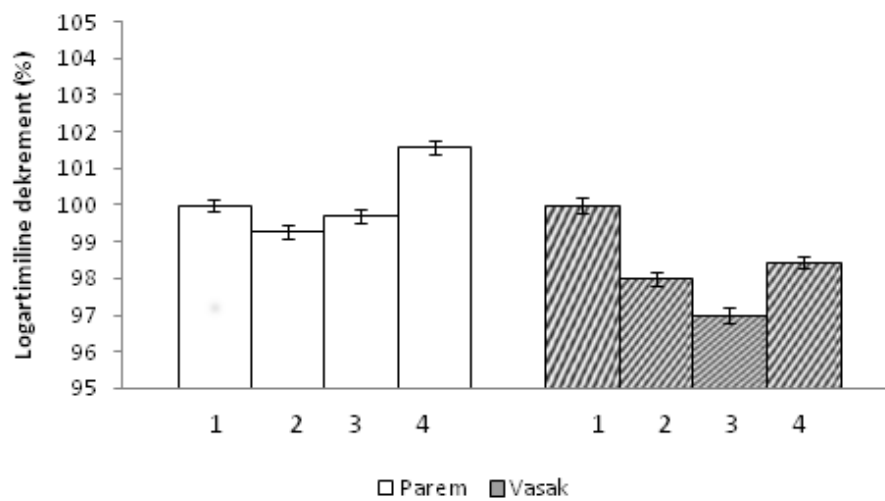
Reielihaste logaritmilise dekrementi muutused DÜNVH BF kohta on esitatud joonisel 8 ja ST kohta joonisel 9. BF logaritmiline dekrement langes 10-minutilise soojenduse järgselt vastavalt 0,7% (keskmine \pm SD enne $1,42 \pm 0,17$ ja pärast $1,41 \pm 0,18$) paremal ja 2,2% (keskmine \pm SD enne $1,41 \pm 0,20$ ja pärast $1,38 \pm 0,19$) vasakul jalal. ST logaritmiline dekrement soojenduse mõjul langes paremal jalal 0,6% (keskmine \pm SD enne $1,41 \pm 0,17$ ja pärast $1,40 \pm 0,16$) ja vasakul jalal 1,6% (keskmine \pm SD enne $1,35 \pm 0,16$ ja pärast $1,33 \pm 0,12$). Mõlema lihase logaritmilises dekrementis statistiliselt olulisi muutusi pärast soojendust ei esinenud.

Parem ja BF logaritmiline dekrement kasvas 0,4% (keskmine \pm SD enne $1,41 \pm 0,18$ ja pärast $1,42 \pm 0,19$), vasaku jala BF logaritmiline dekrement vähenes 1,2% (keskmine \pm SD enne $1,38 \pm 0,19$ ja pärast $1,36 \pm 0,20$) võrreldes venituse eelse tasemega. ST logaritmiline dekrement kasvas pärast dünaamiliste venituste sooritamist võrreldes venitus eelse näitajaga vastavalt 0,6% (keskmine \pm SD enne $1,40 \pm 0,16$ ja pärast $1,41 \pm 0,16$) paremal jalal ja 0,6% (keskmine \pm SD enne $1,33 \pm 0,12$ ja pärast $1,32 \pm 0,17$) vasakul jalal.

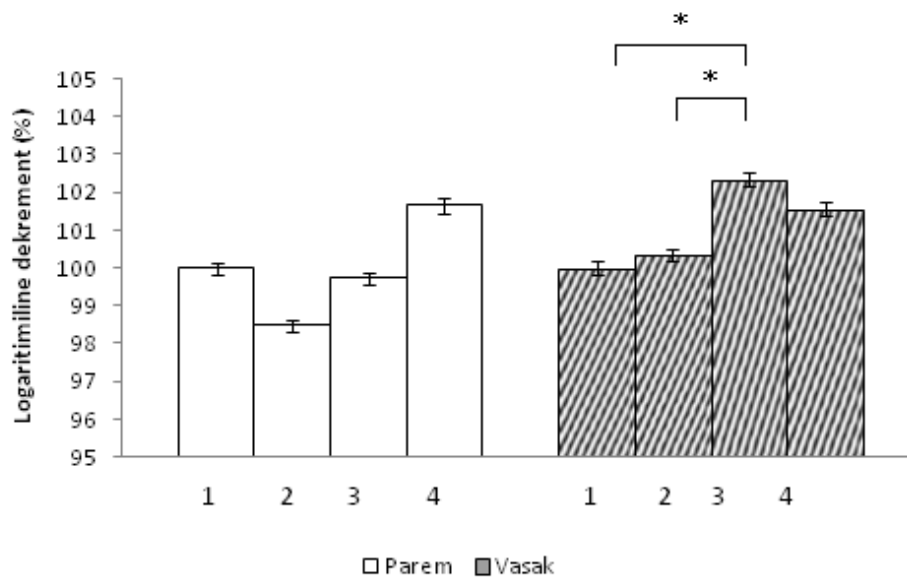
Pärast 10-minutilist puhkust DÜNVH sooritamise järel parema jala BF logaritmiline dekrement kasvas 1,6% (keskmine \pm SD enne $1,42 \pm 0,17$ ja pärast $1,44 \pm 0,20$) ja vasaku jala BF logaritmiline dekrement vähenenud 1,6% (keskmine \pm SD enne $1,41 \pm 0,20$ ja pärast $1,38 \pm 0,17$) võrreldes näitajaga enne soojendust. ST logaritmiline dekrement paremal jalal langes 0,9% (keskmine \pm SD enne $1,41 \pm 0,17$ ja pärast $1,40 \pm 0,15$) ja vasakul jalal tõusid 1,0% (keskmine \pm SD enne $1,36 \pm 0,15$ ja pärast $1,37 \pm 0,15$) võrreldes näitajatega enne soojendust. Muutused ei olnud statistiliselt olulised

Kokkuvõttes parandas kümneminutiline soojendusjooks järgselt BF ja ST logaritmiline dekrement vähenes ehk lihaste elastsus paranes. Dünaamilised venitusharjutused parandasid BF ja ST elastsust.

A



B



Joonis 8. BF logaritmilise dekremendi muutused dünaamilistel (A) ja staatilistel (B) venitustel enne soojendust (1), pärast soojendust ja enne venitust (2), pärast venitust (3) ja pärast 10-minutilist puhkust (4) paremal ja vasakul jalal meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD). Andmed enne soojendust võeti 100%-ks.* $p < 0,05$.

4.2.4. Reielihaste elastsuse näitajad staatilistel venitusharjutustel

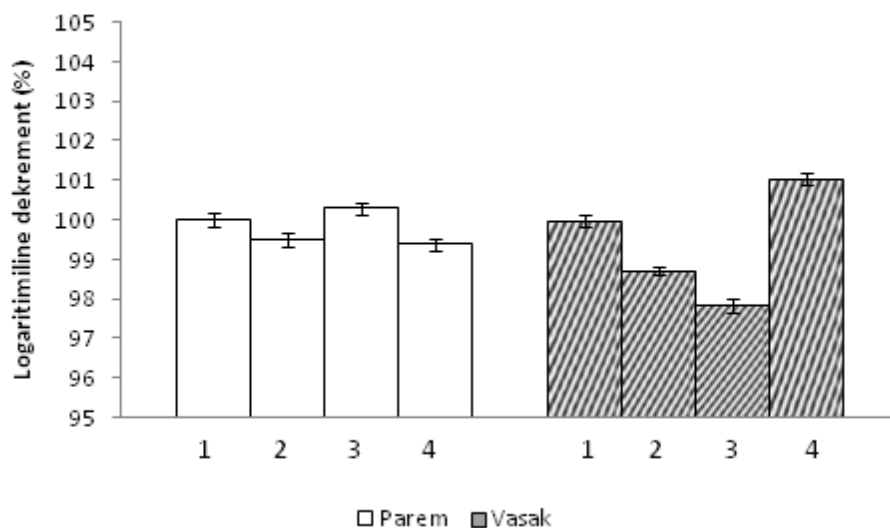
Reielihaste logaritmilise dekrementi muutused STATVH BF kohtan on esitatud joonisel 8 ja ST kohta joonisel 9. BF logaritmiline dekrement langes paremal jalal soojenduse järgselt 1,6% (keskmine \pm SD enne $1,39 \pm 0,16$ ja pärast $1,37 \pm 0,15$). Vasaku jala BF logaritmiline dekrement ei muutunud võrreldes soojenduse eelse näitajaga. ST logaritmiline dekrement vähenes võrreldes enne soojendust mõõdetud tulemustega vastaval 2,2% (keskmine \pm SD enne $1,38 \pm 0,14$ ja pärast $1,35 \pm 0,13$) paremal jalal ja 1,35% (keskmine \pm SD $1,35 \pm 0,16$ ja pärast $1,34 \pm 0,14$). Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

BF logaritmiline dekrement kasvas STATVH järgselt võrreldes venituse eelse näitajaga vastavalt paremal jalal 1,3% (keskmine \pm SD enne $1,37 \pm 0,15$ ja pärast $1,39 \pm 0,16$) ja vasakul jalal 2,3% (keskmine \pm SD enne $1,38 \pm 0,15$ ja pärast $1,41 \pm 0,18$) ($p < 0,05$). Parema jala ST logaritmiline dekrement kasvas ($p < 0,05$) 2,9% (keskmine \pm SD enne $1,35 \pm 0,13$ ja pärast $1,38 \pm 0,38$) ja vasaku jala ST logaritmiline dekrement kasvas 2,6% (keskmine \pm SD enne $1,34 \pm 0,14$ ja pärast $1,37 \pm 0,17$). Muutus ei olnud statistiliselt oluline.

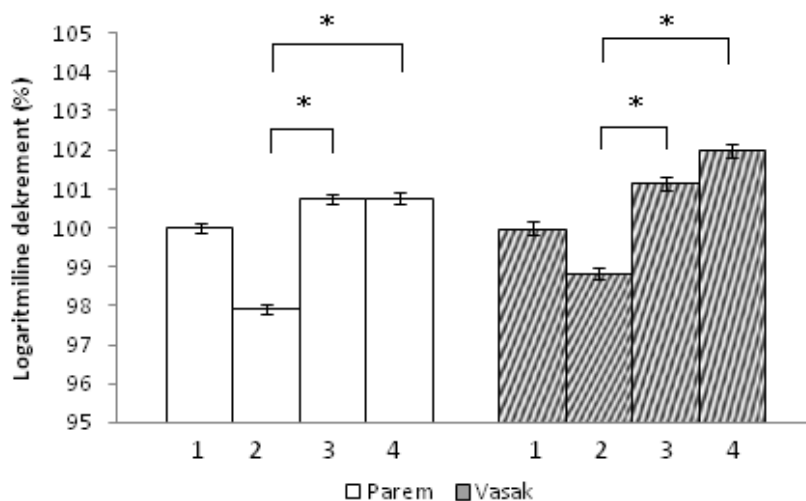
Kümne minutilese puhkuse järel STATVH sooritamise järel BF logaritmiline dekrement kasvas võrreldes soojenduse eelsete näitajatega, vastavalt paremal jala 1,7% (keskmine \pm SD enne $1,39 \pm 0,16$ ja pärast $1,42 \pm 0,19$) ja vasakul jalal 1,6% (keskmine \pm SD enne $1,38 \pm 0,17$ ja pärast $1,40 \pm 0,19$). Kümne minutilise puhkuse järel STATVH sooritamise järel ST logaritmiline dekrement kasvas võrreldes soojenduse eelsete näitajatega vastavalt paremal jalal 0,8% (keskmine \pm SD enne $1,38 \pm 0,14$ ja pärast $1,38 \pm 0,15$) ja vasakul jalal 2,0% (keskmine \pm SD enne $1,36 \pm 0,16$ ja pärast $1,38 \pm 0,16$). Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

Soojendusjooks parandas BF ja ST lihase vähenes logaritmiline dekrement ehk paranes lihaste elastsus. Staatiliste venitusharjutuste kasutamisel suurenes logaritmiline dekrement ehk halvenes lihaste elastsus võrreldes näitajaid enne venitust ja pärast venitust ning enne soojendust ja pärast 10-minutilist puhkeperioodi.

A



B



Joonis 9. ST elastsus näitaja (logaritmilise dekrementi) muutused dünaamilisel (A) ja staatilistel (B) venitustel enne soojendust (1), pärast soojendust ja enne venitust (2), pärast venitust (3) ja pärast 10-minutilist puhkust (4) paremal ja vasakul jalal meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD). Andmed enne soojendust võeti 100%-ks.

4.2.5. Reielihaste jäikuse näitajad dünaamilistel venitustel

Reielihaste jäikuse näitajad dünaamilistel venitustel on esitatud tabelis 3. BF jäikuse näitajad vähenesid 10- minutilise soojenduse mõjul vastavalt 1,9% paremal jalal ja 2,2% vasakul jalal ($p < 0,05$). ST jäikuse näitajad vähenesid pärast 10-minutilist soojendust vastavalt 1,0% paremal jalal ja 1,6% vasakul jalal. ST jäikuse muutused ei olnud statistiliselt olulised.

Tabel 3. Reielihastejäikuse näitajad (N/m) dünaamilistel ja staatilistel venitustel meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD)

Tunnus	Jäikuse näitaja (N/m)			
	1	2	3	4
DÜNVH				
BF parem	313,1 \pm 30,7	307,2 \pm 31,7*	304,3 \pm 27,6	315,3 \pm 32,4
BF vasak	317,0 \pm 37,2	308,8 \pm 35,1*	316,9 \pm 39,8	316,7 \pm 34,2
ST parem	325,5 \pm 29,3	322,3 \pm 25,9	330,1 \pm 42,9	329,6 \pm 33,6
ST vasak	315,3 \pm 31,8	310,3 \pm 32,1	310,6 \pm 33,9	316,8 \pm 33,9
STATVH				
BF parem	315,2 \pm 24,1	312,7 \pm 27,2	312,9 \pm 29,1	312,0 \pm 28,4
BF vasak	317,3 \pm 33,0	316,1 \pm 33,6	320,9 \pm 35,7°	317,9 \pm 29,7
ST parem	331,9 \pm 25,4	330,5 \pm 29,1	329,4 \pm 23,3	329,6 \pm 26,4
ST vasak	314,2 \pm 31,5	312,7 \pm 33,4	315,0 \pm 32,7	316,4 \pm 33,9

Märkused: 1- enne soojendust, 2- pärast soojendust ja enne venitust, 3- pärast venitust ja 4- pärast 10-minutilist puhkust. BF- reie- kakspealihase, ST- poolkõõluslihas, DÜNVH- dünaamiline venitusharjutus, STATVH staatiline venitusharjutus. * $p < 0,05$ võrreldes 1 ja 3; ° $p < 0,05$ võrreldes 2 ja 3.

BF ja ST jäikus statistiliselt oluliselt ei muutunud DÜNVH sooritamisel võrreldes venituse eelse ja järgsete näitajatega. Parema jala BF jäikus vähenes 0,9% ja vasaku jala BF jäikus suurenes 2,6%. Parema jala ST jäikus suurenes 2,4% ja vasaku jala ST jäikus suurenes 0,1%. Pärast 10-minutilist puhkeperioodi DÜNVH sooritamisel BF ja ST jäikuse näitajates statistiliselt olulisi muutusi ei esinenud võrreldes soojenduse eelsete näitajatega. Parema jala BF jäikus suurenes 0,8% ja vasaku jala BF jäikus vähenes 0,1%. Parema jala ST jäikus suurenes 1,3% ja vasaku jala ST jäikus suurenes 0,5%. Kümne minutilise soojendusjooksu järel lihasejäikus vähenes. Dünaamilised venitusharjutused ei mõjutanud olulisel määral reie lihaste jäikuse näitajaid.

4.2.6. Reielihaste jäikuse näitajad staatilistel venitustel

Reie lihaste jäikuse näitajad dünaamilistel venitustel on esitatud tabelis 3. BF jäikuse näitajad vähenesid 10-minutilise soojenduse mõjul, vastavalt 0,8% paremal jalal ja 0,4% vasakul jalal. ST jäikuse näitajad vähenesid pärast 10-minutilist soojendust vastavalt 0,4% paremal jalal ja 0,5% vasakul jalal. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

BF jäikus STATVH sooritamisel suurenes vastavalt paremal jalal 0,1% ja vasakul jalal 2,3% ($p < 0,05$). ST jäikuse näitajates STATVH sooritamisel statistiliselt olulisi muutusi ei esinenud. Parema jala ST jäikus vähenes 0,3% ja vasaku jala ST jäikus suurenes 0,8%. Kümneminutilise puhkeperioodi järel STATVH sooritamisel BF ja ST jäikuse näitajad statistiliselt olulisi muutusi võrreldes reie lihaste jäikusega enne soojendust ei esinenud. Parema jala BF jäikus vähenes 1,1% ja vasaku jala BF jäikus suurenes 0,4%. Parema ja ST jäikus vähenes 0,7% ja vasaku jala ST jäikus suurenes 0,7%.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et soojenduse mõjul BF ja ST lihasjäikus väheneb. STATVH sooritamisel lihasjäikus oluliselt ei muutu.

4.2.7. Reielihaste mehaanilise pinge relaksatsiooniaeg dünaamilistel venitustel

Reielihase mehaanilise pinge relaksatsiooniaeg (MPRA) dünaamilistel venitustel on esitatud tabelis 4. MPRA pikenes võrreldes soojenduse eelset ja järgset taset. Vastavalt parema ja vasaku jala BF MPRA pikenes 2,2% ($p < 0,05$). Parema jala ST MPRA pikenes 0,5% ja vasaku jala ST MPRA pikenes 0,7% võrreldes soojenduse eelse näiduga. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

MPRA ei muutunud BF ja ST statistiliselt oluliselt dünaamiliste venituste käigus. Vastavalt parema jala BF MPRA pikenes 0,3% ja vasaku jala BF MPRA lühenes 2,7%. Parema jala ST MPRA lühenes 1,3% ja vasaku jala ST MPRA ei muutunud võrreldes venituse eelse näitajaga. MPRA näitajad pärast 10-minutilist puhkeperioodi statistiliselt oluliselt ei muutunud võrreldes soojenduse eelsete näitajatega. Vastavalt parema jala BF MPRA pikenes 0,4% ja vasaku jala BF MPRA pikenes 0,4%. Parema jala ST MPRA lühenes 0,5% ja vasaku jala ST MPRA lühenes 0,2% võrreldes soojenduse eelsete näitajatega.

Kokkuvõttes soojendusjooksu järel MPRA pikeneb vähesel määral. Dünaamiliste venituste sooritamisel BF MPRA pikeneb ja ST MPRA lüheneb.

4.2.8. Reielihaste mehaanilise pingereleksatsiooniaeg staatilistel venitustel

Reie lihaste MPRA on esitatud tabelis 4. MPRA statistiliselt oluliselt ei muutunud, kuid valdavalt pikenes, vastavalt parema jala BF MPRA lühenes 0,2% ja vasaku jala BF MPRA pikenes 0,5%. Parema jala ST MPRA pikenes 0,5% ja vasaku jala ST MPRA pikenes 0,3% võrreldes soojenduse eelsete näitajaga.

Tabel 4. Reielihaste MPRA näitajad (ms) dünaamilistel ja staatilistel venitustel meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD).

Tunnus	Mehaanilise pingereleksatsiooni aeg (ms)			
DÜNVH	1	2	3	4
BF parem	17,8 \pm 1,6	18,2 \pm 1,8*	18,2 \pm 1,5	17,8 \pm 1,8
BF vasak	17,7 \pm 1,9	18,1 \pm 1,9*	17,6 \pm 2,3	17,7 \pm 1,8
ST parem	16,7 \pm 1,5	16,7 \pm 1,3	16,5 \pm 2,0	16,6 \pm 1,6
ST vasak	17,2 \pm 1,7	17,3 \pm 1,6	17,3 \pm 1,8	17,1 \pm 1,7
STATVH				
BF parem	17,8 \pm 1,4	17,7 \pm 1,5	17,8 \pm 1,8	17,9 \pm 1,7
BF vasak	17,6 \pm 1,6	17,7 \pm 1,6	17,5 \pm 1,8	17,6 \pm 1,5
ST parem	16,4 \pm 1,4	16,5 \pm 1,5	16,6 \pm 1,3	16,6 \pm 1,4
ST vasak	17,2 \pm 1,5	17,2 \pm 1,7	17,2 \pm 1,7	17,1 \pm 1,7

Märkused: 1- enne soojendust, 2- pärast soojendust ja enne venitust, 3- pärast venitust ja 4- pärast 10-minutilist puhkust. BF- reie- kakspealihase, ST- poolkõõluslihas, DÜNVH- dünaamiline venitusharjutus, STATVH staatiline venitusharjutus. * $p < 0,05$ võrreldes 1 ja 2.

MPRA ei muutunud statistiliselt oluliselt staatiliste venitusharjutuste kasutamisel võrreldes harjutuste eelseid ja järgseid näitajaid. Parema jala BF MPRA pikenes 0,6% ja vasaku jala MPRA lühenes 0,9%. Parema jala ST MPRA pikenes 0,6% ja vasaku jala MPRA lühenes 0,2% võrreldes venituse eelsete näitajatega. MPRA statistiliselt oluliselt ei muutunud võrreldes 10-minutilise puhkuse ja soojenduse eelseid näitajaid. Parema ja vasaku jala BF MPRA ajad pikenesid vastavalt 0,7% ja 0,1%. Parema jala ST MPRA pikenes 0,8% ja vasaku jala ST MPRA vähenes 0,4% võrreldes soojenduse eelse näitajaga.

Kokkuvõttes soojendusjooksu järgselt MPRA pikeneb vähesel määral. Staatiliste venitusharjutuste sooritamisel MPRA pikeneb nii BF ja ST puhul.

4.2.9. Reielihaste roomavuse (Deborah arv) näitajad dünaamilistel venitustel

Reielihaste roomavuse näitajad DÜNVH kasutamisel on esitatud tabelis 5. Roomavuse näitajad BF suurenesid võrreldes soojenduse eelseid ja soojenduse järgseid näitajaid vastavalt paremal jalal 1,3% ja vasakul jalal 2,0% ($p < 0,05$). ST Roomavuse tegur paremal jalal ei muutunud ja vasakul jalal suurenes 0,9%. Muutus ei ole statistiliselt oluline.

Tabel 5. Reie lihaste roomavus dünaamilistel ja staatilistel venitustel meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD).

Tunnus	Roomavus näitaja (Deborah arv)			
DÜNVH	1	2	3	4
BF parem	1,12 \pm 0,10	1,14 \pm 0,10	1,14 \pm 0,08	1,12 \pm 0,10
BF vasak	1,11 \pm 0,10	1,13 \pm 0,10	1,11 \pm 0,13	1,12 \pm 0,10
ST parem	1,05 \pm 0,08	1,05 \pm 0,07	1,05 \pm 0,12	1,04 \pm 0,09
ST vasak	1,07 \pm 0,10	1,08 \pm 0,09	1,08 \pm 0,11	1,07 \pm 0,10
STATVH				
BF parem	1,13 \pm 0,08	1,12 \pm 0,08	1,12 \pm 0,09	1,13 \pm 0,09
BF vasak	1,11 \pm 0,09	1,11 \pm 0,09	1,12 \pm 0,09	1,11 \pm 0,09
ST parem	1,04 \pm 0,08	1,04 \pm 0,09	1,05 \pm 0,07	1,05 \pm 0,08
ST vasak	1,07 \pm 0,08	1,07 \pm 0,09	1,08 \pm 0,10	1,07 \pm 0,10

Märkused: 1- enne soojendust, 2- pärast soojendust ja enne venitust, 3- pärast venitust ja 4- pärast 10-minutilist puhkust. BF- reie- kakspealihase, ST- poolkõõluslihas, DÜNVH- dünaamiline venitusharjutus, STATVH staatiline venitusharjutus.

DÜNVH sooritamise järel reie lihaste roomavuse näitajad statistiliselt oluliselt ei muutunud võrreldes venituste eelsete näitajatega. Parema jala BF roomavus näitaja ei muutunud ja vasaku jala BF roomavuse näitaja vähenes 2,4%. Parema ja vasaku jala ST roomavus näitaja ei muutunud võrreldes enne soojendust mõõdetud näitajatega. Roomavuse näitajad 10-minutilise puhkeperioodi järgselt parema BF ei muutunud ja vasaku jala roomavuse näitaja tõusis 0,8% võrreldes soojenduse eelsete näitajatega. Parema jala ST roomavus näitaja vähenes 0,6% ja vasaku jala ST roomavus näitaja ei muutunud võrreldes soojendus eelsete näitajatega.

Kokkuvõttes soojendusel BF roomavus näitaja suureneb vähesel määral, kuid ST roomavus näitaja oluliselt ei muutu. DÜNVH ei mõjuta oluliselt BF ja ST roomavus näitaja.

4.2.10. Reielihaste roomavuse (Deborah arv) näitajad staatilistel venitustel

Reielihaste roomavuse näitajad STATVH kasutamisel on esitatud tabelis 5. Soojendusjooks olulist mõju reielihaste roomavusele ei avaldanud. Parema jala roomavus näitaja vähenes 0,3% ja vasaku jala roomavus näitaja ei muutunud võrreldes 10-minutilise soojenduse eelse näitajaga. Parema ja vasaku jala ST roomavuse näitajad ei muutnud võrreldes 10-minutilise soojenduse eelseid ja järgseid näitajaid.

STVH sooritamisel reielihaste roomavuse näitaja statistiliselt oluliselt ei muutunud võrreldes venituste eelset ja järgset roomavus näitaja. Parema jala BF roomavus näitaja ei muutunud ja vasaku jala BF roomavus näitaja suurenes 0,2%. ST roomavuse näitaja suurenes paremal jala suurenes 1,1% ja vasakul jalal 0,2% võrreldes venituste eelset ja järgset roomavus näitaja. Kümne minutilise puhkeperioodi järel reie lihaste roomavuse näitajad statistiliselt oluliselt ei muutnud võrreldes soojenduse eelsete näitajatega. Parema ja vasaku jala BF roomavus näitajad ei muutunud, parema jala ST roomavus näitaja suurenes 0,8% ning vasaku jala roomavuse näitaja ei muutnud võrreldes soojenduse eelsete näitajatega.

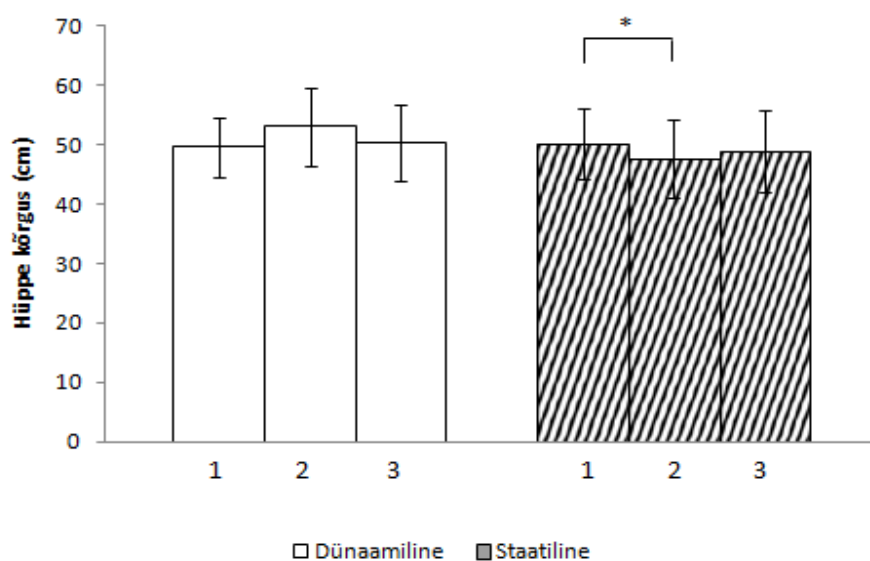
Kokkuvõttes, 10-minutilise soojendusjooksu järel reielihaste roomavus näitaja oluliselt ei muutunud. Staatiliste venitusharjutuste sooritamine ei mõjutanud oluliselt reielihaste roomavust.

4.3. Vertikaalse üleshüppe näitajad

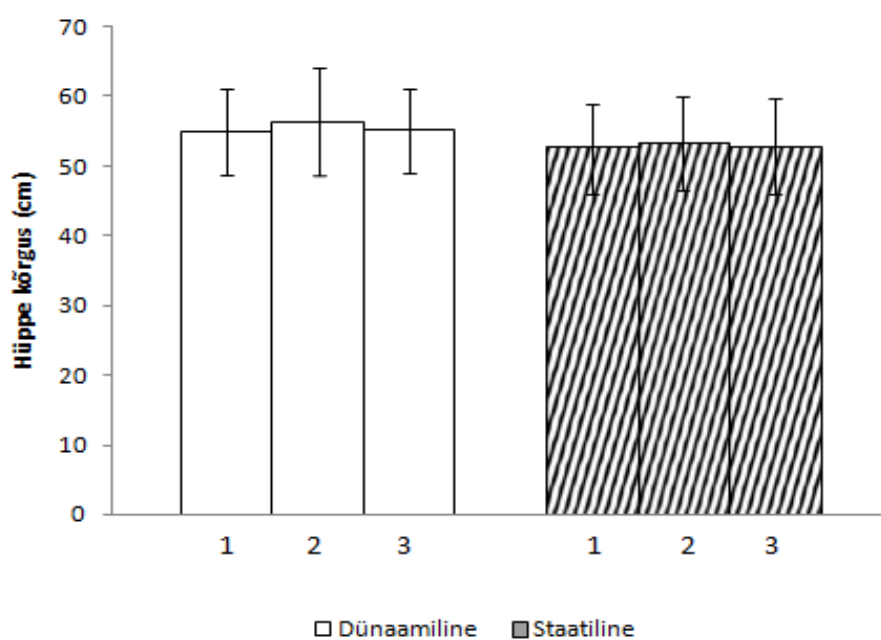
4.3.1. Üleshüppe näitajad dünaamilistel venitustel

Üleshüppe näitajad dünaamilistel venitustel on esitatud tabelis 6 ja joonisel 10. PKH kõrgus suurenes 3,6 cm pärast DÜNVH sooritamist ($p < 0,05$) võrreldes hüppe kõrgusega enne venitusharjutusi (joonis 10 A). Pärast 10-minutist puhkeperioodi PKH tulemus vähenes 2,8 cm võrreldes peale venitusi näidatud tulemusega. PKH kõrgus kasvas 0,8 cm võrreldes hüppe kõrgusega enne DÜNVH. Maksimaalse kontsentrilise võimsuse PKH suurenes 0,8% DÜNVH järgselt, kuid pärast 10-minutist puhkeperioodi olid näitajad langenud 5,8% võrreldes tulemusega peale venitust (muutused ei olnud statistiliselt olulised).

A



B



Joonis 10. Hüppe kõrgus dünaamilist- ja staatiliste venitusharjutuste sooritamisel PKH (A) ja PKLH (B) enne venitusharjutusi (1), pärast venitusharjutusi (2) ja pärast 10-minuulist puhkeperioodi meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD). * $p < 0,05$.

PKLH kõrgus suurenes 1,5 cm DÜNVH sooritamise järgselt võrreldes PKLH kõrgusega enne venitusharjutusi (joonis 12 B). Pärast 10-minutilist puhkeperioodi oli hüppe kõrgus kasvanud 0,3 cm võrreldes hüppe kõrgusega enne venitusharjutuste sooritamist. Maksimaalne kontsentiline jõud vähenes 4,3% pärast DÜNVH sooritamist ($p>0,05$), kuid pärast 10-minutilist puhkeperioodi oli maksimaalne kontsentiline jõud suurenenud 19,7% võrreldes enne venitust mõõdetud näitajaga ($p<0,05$)

Kokkuvõttes DÜNVH sooritamise järgselt paranes PKH ja PKLH kõrgus võrreldes venituste eelsete näitajatega. Maksimaalne kontsentiline jõud paranes pärast 10-minutilist puhkeperioodi.

4.3.2. Üleshüppe näitajad staatilistel venitustel

Üleshüppe näitajad staatilistel venitustel on esitatud tabelis 6 ja joonisel 10. PKH kõrgus vähenes 2,6 cm pärast STATVH sooritamist ($p<0,05$) võrreldes hüppe kõrgusega enne venitusharjutusi (joonis 10 A). Pärast 10-minutilist puhkeperioodi PKH tulemus vähenes 1,4 cm võrreldes enne venitusi näidatud tulemusega ja suurenes 1,2 cm võrreldes pärast venitust näidatud tulemusega. Muutused ei olnud statistiliselt olulised. Maksimaalne kontsentiline jõud PKH suurenes 6,0% võrreldes enne ja pärast STATVH näidatud tulemusi. Pärast 10-minutilist puhkeperioodi langes maksimaalne kontsentiline jõud 3,1% võrreldes venituste järgse näitajaga. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

Tabel 6. Maksimaalse kontsentiline võimsuse (kW) muutused PKH ja PKLH meeskergejõustiklastel (keskmine \pm SD).

Tunnus	Maksimaalse kontsentrilise võimsuse näitaja (kW)		
	1	2	3
PKH			
DÜNVH	2,40 \pm 0,6	2,42 \pm 0,7	2,28 \pm 0,7
STATVH	2,18 \pm 0,7	2,31 \pm 0,8	2,24 \pm 0,7
PKLH			
DÜNVH	2,07 \pm 0,7	1,98 \pm 0,5	2,37 \pm 0,8
STATVH	2,19 \pm 0,6	2,31 \pm 0,6	2,36 \pm 0,9

Märkused: 1- enne venitusi, 2- pärast venitusi ja 3- pärast 10-minutilist puhkeperioodi. PKH- käteabita poolkükist üleshüpe, PKLH-eelneva allaliikumisega poolkükist ilma käte hoota üleshüpe, DÜNVH- dünaamiline venitusharjutus, STATVH staatiline venitusharjutus.

PKLH kõrgus suurenes 0,5 cm pärast STATVH sooritamist (joonis 12 B). Pärast 10-minutilist puhkeperioodi PKLH kõrgus kasvas 0,1 cm võrreldes näitajaga enne venitusi. Muutused ei olnud statistiliselt olulised. Maksimaalne kontsentriiline jõud suurenes 5,5% pärast STATVH sooritamist. Pärast 10-minutilist puhkeperioodi suurenes maksimaalne kontsentriiline võimsus 2,2% võrreldes enne venitusi näidatud tulemustega. Muutused ei olnud statistiliselt olulised.

Kokkuvõttes PKH kõrgus vähenes pärast STATVH sooritamist ning PKLH kasvas vähesel määral. Pärast 10-minutilist puhkust olid hüppe kõrgused vähenenud võrreldes enne venitusi näidatud tulemustega. Maksimaalne kontsentriiline jõud suurenes staatiliste venituste järgselt.

4.4. Korrelatiivsed seosed saadud tulemuste vahel

Reie posterioorse osa nahapinna temperatuuri ja üleshüppe tulemuste vahel statistiliselt olulisi korrelatiivseid seoseid ei esinenud.

Reie posterioorse osa nahapinna temperatuuri ning BF toonuse näitaja vahel esines positiivne korrelatsioon vasakul jala enne soojendust $r=0,69$ ($p<0,05$) ja pärast dünaamilist venitust $r=0,79$; ($p<0,05$) ning pärast 10-minutilist puhkeperioodi $r=0,71$ ($p<0,05$). Parema jala posterioorse osa nahapinna temperatuuride ja BF toonuse näitajate vahel statistiliselt olulisi korrelatsioone ei esinenud. Staatiliste venituste kasutamisel BF ja toonuse vahelisi statistiliselt olulisi korrelatiivseid seoseid ei esinenud. Reie posterioorse osa nahapinna temperatuuri ning ST toonuse näitaja vahel esines positiivne korrelatsioon vasakul ja paremal jala enne soojendust vastavalt $r=0,67$ ja $r=0,68$ ($p<0,05$) ning vasakul jalal peale soojendust $r=0,61$. Staatilistel venitustel esines positiivseid korrelatsioone paremal jala pärast venitust ja pärast 10-minutilist puhkust vastavalt $r=0,59$ ja $r=0,69$ ning vasakul jala pärast 10-minutlist puhkust $r=0,57$ ($p<0,05$). Üleshüppe kõrguste ja toonuse näitajate vahel statistiliselt olulisi korrelatsioone ei esinenud.

Reie posterioorse osa nahapinna temperatuuri ning BF jäikuse näitajate vahel positiivseid korrelatiivseid seoseid vasakul jala enne soojendust $r=0,64$ ja pärast dünaamilist venitust $r=0,79$ ($p<0,05$). Staatiliste venituste sooritamisel statistiliselt olulisi korrelatiivseid seoseid ei esinenud. ST jäikuse näitaja ja nahapinna temperatuuri vahel esinesid positiivsed

korrelatiivsed seosed paremal jala enne soojendust $r=0,63$ ja pärast 10-minutilist puhkeperioodi $r=0,63$ staatiliste venituste sooritamise järgselt ($p<0,05$).

Tabel 7. Korrelatiivsed seosed reie lihase nahapinna temperatuuri ja toonuse näitajate vahel meeskergejõustiklastel.

Korrelatiivsed seosed reie lihase nahapinna temperatuuri ja toonuse näitajate vahel										
Temperatuur	Toonus		Elastsus		Jäikus		MPRA		Roomavus	
DÜNVH BF	Vasak	Parem	Vasak	Parem	Vasak	Parem	Vasak	Parem	Vasak	Parem
1	0,69	0,53	0,44	0,42	0,64	0,54	-0,70	-0,58	-0,72	-0,55
2	0,54	0,32	0,29	0,20	0,49	0,28	-0,55	-0,31	-0,57	-0,32
3	0,79	0,37	0,06	0,05	0,70	0,47	-0,79	-0,53	-0,77	-0,54
4	0,71	0,46	0,40	-0,08	0,45	0,40	-0,51	-0,43	-0,50	-0,43
STATVH BF										
1	0,42	0,31	0,25	0,16	0,38	0,27	-0,43	-0,29	-0,42	-0,31
2	0,35	0,04	0,36	0,20	0,27	0,02	-0,33	-0,06	-0,33	-0,06
3	0,50	0,37	0,35	0,29	0,38	0,38	-0,43	-0,45	-0,41	-0,44
4	0,47	0,41	0,31	0,31	0,31	0,35	-0,36	-0,40	-0,34	-0,33
DÜNVH ST										
1	0,67	0,68	-0,05	0,17	0,52	0,63	-0,66	-0,68	-0,67	-0,66
2	0,61	0,34	-0,30	-0,12	0,35	0,12	-0,57	-0,34	-0,60	-0,43
3	0,50	0,60	-0,18	-0,28	0,41	0,53	-0,55	-0,63	-0,56	-0,64
4	0,42	0,42	0,07	-0,06	0,21	0,33	-0,40	-0,44	-0,42	-0,48
STATVH ST										
1	0,28	0,48	0,09	-0,35	0,21	0,32	-0,34	-0,51	-0,36	-0,56
2	0,27	0,46	-0,19	-0,18	0,16	0,27	-0,29	-0,46	-0,32	-0,46
3	0,48	0,59	0,04	-0,19	0,42	0,43	-0,53	-0,63	-0,48	-0,66
4	0,57	0,69	0,06	0,01	0,47	0,63	-0,54	-0,74	-0,52	-0,73

Märkused: 1- enne soojendust, 2- pärast soojendust ja enne venitust, 3- pärast venitust ja 4- pärast 10-minutilist puhkust. BF- reie- kakspealihas, ST- poolkõõluslihas, DÜNVH- dünaamiline venitusharjutus, STATVH staatiline venitusharjutus. Tumedalt on märgitud statistiliselt olulised korrelatiivsed seosed $r\geq 0,57$ ($p<0,05$).

Reie posterioorse osa nahapinna ja BF ja ST elastsuse näitajate vahel statistiliselt olulisi korrelatiivseid seoseid ei esinenud.

Üleshüppe kõrguste ja toonuse, elastsuse ning jäikuse näitajate vahel statistiliselt olulisi korrelatsioone ei esinenud.

Reie posterioorse osa nahapinna temperatuuri ja BF MPRA vahel esinesid negatiivsed korrelatiivsed seosed vasakul ja paremal jala enne soojendust vastavalt $r=-0,70$ ja $r=-0,58$ ning vasakul jala pärast dünaamiliste venituste sooritamist $r=-0,79$ ($p<0,05$). Reie posterioorse osa

nahapinna temperatuuri ja ST MPRA vahel esinesid negatiivsed korrelatsioonid vasakul ja paremal jalal enne soojendust, vastavalt $r=-0,66$ ja $r=-0,68$ ning vasakul jalal pärast soojendust $r=-0,57$, paremal jala pärast dünaamilisi ja staatilisi venitusharjutusi vastavalt $r=-0,63$ ja paremal pärast 10-minutilist puhkeperioodi staatiliste venitusharjutuste sooritamise järgsel $r=-0,74$ ($p<0,05$). Üleshüppe tulemuste ja MPRA statistiliselt olulisi korrelatiivseid seoseid ei esinenud.

Reie posterioorse osa nahapinna temperatuuri ja BF roomavuse näitajate vahel esinesid negatiivsed korrelatiivsed seosed vasakul jalal enne soojendust ja pärast soojendust ja pärast dünaamilisi venitusi vastavalt $r=-0,72$, $r=0,57$ ja $r=-0,77$ ($p<0,05$). Reie posterioorse osa nahapinna temperatuuri ja ST roomavuse näitajate vahel esinesid negatiivsed korrelatiivsed seosed vasakul ja paremal jala enne soojendust vastavalt $r=-0,67$ ja $r=-0,66$ ja vasakul enne ja pärast dünaamilisi venitusi $r=-0,60$ ja $r=-0,56$, paremal jalal pärast dünaamilist venitust $r=-0,64$ ja vasakul jalal pärast staatiliste venitusharjutuste sooritamist $r=-0,66$ ja pärast 10-minutilist puhkeperioodi $r=-0,73$ ($p<0,05$). Üleshüppe tulemuste reielihaste roomavuse näitajate vahel statistiliselt olulisi korrelatiivseid seoseid ei esinenud.

Kokkuvõttes reie posterioorse osa nahapinna temperatuuri muutus korreleerub positiivselt toonuse näitajaga ja negatiivselt mehaanilise pinge relaksatsiooni aja ja roomavuse näitajatega. Üleshüppe näitajatel puudub statistiliselt oluline seos nahapinna temperatuuri ja toonuse näitajate vahel.

5. TULEMUSTE ARUTELU

Antud magistritöö eesmärgiks oli hinnata dünaamiliste ja staatiliste venitusharjutuste akuutset mõju meeskergejõustiklaste, kiirus- ja plahvatusjõu alade esindajate, BF ja ST lihastoonuse ja üleshüppe näitajatele.

5.1. Lihastoonuse näitajad

Käesolevas uuringus avaldus kõige enam lihastoonuse näitajatele mõju 10-minutiline soojendusjooks, pulsiga 140 lööki minutis. Pärast 10-minutilist soojendust paranes BF ja ST toonus kuni 3% võrreldes soojenduse eelse toonuse näitajaga. Lihase toonuse näitaja ehk mehaaniline pinge puhkeseisundis iseloomustab lihase seisundi taastumistingimusi töövahelisel ajal (Vain, 2011). Toonuse paranemine näitab, et lihas on ettevalmistatud pingutuseks. Soojendusjooksu järgselt paranes lihaste elastsus võrreldes soojenduse eelse tasemega. Lihaste elastsus iseloomustab lihaste omadust taastada algne kuju ja kirjeldab lihase verevarutust töö ajal ja võimet suurendada liigutuse kiirust. Pärast soojendust vähenes oluliselt ka BF ja ST jäikuse näitaja ehk lihased muutusid järeleandlikumaks. Järeleandlikum lihas näitab, et agonistlihas peab tegema vähem tööd välja venitamiseks antagonistlihast ning liigutuse sooritamiseks kulub vähem energiat (Vain, 2011).

Uuringu käigus määrati reielihase posterioorse osa nahapinna temperatuur. Pärast 10-minutilist soojendusjooksu tõusis reielihase nahapinna temperatuur 2-4%. Temperatuuri tõusu lihases põhjustab töökäigus paranenud verevarustus. Lihastes paranenud verevarustus põhjustab esmalt temperatuuri tõusu lihases ja seejärel ka nahapinnal. Temperatuuri tõus vähendab lihaste jäikust, mis ühtib antud uuringu tulemustega, ning aktiveerib hapniku vabanemist ja transporti, kiirendab metapoolseid protsesse ja närviimpulsside liikumist (Bishop, 2003; Gray jt., 2002). Võib eeldada, et eelpool kirjeldatud muutused mõjutavad lihaste toonuse ja jäikuse näitajaid, sest lihase temperatuuri tõusuga kaasneb lihase verevarustuse paranemine. Antud töös selgus, et lihastoonuse ja -jäikuse näitajates esines mõningaid korrelatiivseid seoseid nahapinna temperatuuri näitajatega. Seega leidis töös püstitaud hüpotees 3 osaliselt kinnitust.

Soojenduse järgselt reielihaste viskoelastsetest omadustest MPRA pikenes soojenduse järgselt vähesel määral. MPRA pikenemine tähendab, et pärast tahtelist kontraktsiooni või välise jõu eemaldamist kulub lihasel rohkem aega taastamiseks oma algupärane kuju. Lihaste roomavuse

näitaja ehk Deborah arv kasvas vähesel määral soojenduse järgselt. Roomavus on pehme bioloogilise koe omadus muuta konstantse pinge seisundis jätkuvalt enda kuju (Vain, 2011).

Dünaamiliste ja staatiliste venitusharjutuste sooritamise järgselt olulisi muutusi reielihase toonuse näitajates ei ilmnunud. Lihase jäikus suurenes dünaamiliste- ja staatiliste venitusharjutuste järgselt vähesel määral, võrreldes venituste eelseid ja järgseid näitajaid. Uuringu tulemused on võrreldavad Rihvk jt. (2010) läbiviidud uuringuga, kus hinnati staatiliste venituste mõju BF toonuse näitajatele. Venitusharjutusi sooritati 3 seeriat 30 s kestvusega. Uuringus selgus, et toonuse, elastsuse ja jäikuse näitajad vähenesid vastavalt 2,3%, 2,9% ja 0,8% võrreldes venituse eelsete näitajatega. Antud uuringuga võrreldes olid muutused väiksemad, toonus vähenes paremal jala 1,0% ja vasakul jala suurenes 1,7% pärast venitust. Elastsuse näitaja aga suurenes nii paremal kui vasakul jala vastavalt 1,3% ja 2,3%. Jäikuse näitaja suurenes 0,1% paremal ja 1,6% vasakul jalal. Tulemuste erinevus võib olla selgitatav erinevate harjutuste ja vähesel määral erineva harjutuste kestvusega ning erinevustega ettevalmistuses enne venitusharjutuste sooritamist. Kirjeldatud uuringus ei kasutatud eelnevat soojendust. Erinevused toonuse näitajate muutustes võivad olla tingitud ka vaatlusaluste sportliku võimekuse erinevusest, sest eespool kirjeldatud uuringus osalesid jalgpallurid, üliõpilased ja tervisesportlased, kelle kehaline võimekus ei ole võrreldav aktiivsete kergejõustiklastega.

Võrreldes dünaamilisi ja staatilisi venitusharjutusi ilmnes oluline erinevus lihase elastsuse näitajas. Pärast kolme 30 s kestvusega dünaamilist venitusharjutust BF ja ST lihase elastsuse näitaja oluliselt ei muutunud, võrreldes venituse eelseid ja järgseid elastsuse näitajaid. Staatiliste venituste sooritamise järgselt suurenes elastsuse näitaja 2,8-1,3% võrreldes venituseelsete elastsuse näitajatega. Tulemustest võib järeldada, et staatiliste venituste kasutamine muudab lihased plastsemaks. Uuringus kasutatud staatiline venitusharjutus avaldas selgemat mõju ST lihase elastsusnäitajale. Veevo jt. (2012) võrdlesid dünaamiliste ja staatiliste venitusharjutuste mõju õlavarre- kakspealihasele. Vaatlusalusteks olid naiskorvpallurid (keskmine vanus \pm SE 22,0 \pm 0,8), kes sooritasid õlavarre- kakspealihasele dünaamilisi venitusharjutusi (8 korda 4 s) ja staatilisi venitusi (30s). Enne venitusi sooritasid vaatlusalused 5 minutilise aktiivse soojenduse. Lihase toonuse näitajad ei muutunud DÜNVH ja STATVH käigus. Uuringus leiti, et STATVH järgselt elastsusnäitaja langes 3,5% ja DÜNVH järgselt 7,6%. Lihase jäikuse näitajad langesid STATVH järgselt märgatavalt, samas DÜNVH järgselt jäikus oluliselt ei muutunud. Töö tulemused ei ole kooskõlas kirjeldatud

uuringuga, sest nii STATVH kui DÜNVH puhul elastsuse näitaja paranes ehk logaritmiline dekrement vähenes ning selgelt eristusid venituste mõju lihasjäikusele. Kuigi uuriti sportlasi, võivad erinevused olla tingitud erinevast soost ja mõjutatud lihast ning soojenduse mõjust. Antud uuringus ei olnud uuritud lihast aktiivselt seotud soojenduse iseloomuga ning venitusharjutused olid erineva kestvusega.

Fowles jt., (2000) uurisid staatiliste venituste mõju 8kehaliselt aktiivse mehe ja 6 naise (keskmine vanus \pm SE vastavalt $22,3 \pm 0,8$ ja $20,3 \pm 0,1$ a) planetaarflektsioonile. Vaatlusalused sooritasid staatilised venitused säärelihasele kogukestvusega 135 s. Uuringus selgus, et lihase väljavenitamine omakorda põhjustab languse jõugenereerimise võimes. Maksimaalse tahtelise kontraktsiooni näitajad langesid pärast venitusharjutuste sooritamist 28% ja isegi pärast 60 minutist puhkust olid maksimaalse tahtelise kontraktsiooni näitajad 9% madalamad kui enne venitusi mõõdetud tulemus. Autorid oletasid, et jõugenereerimise võime languse põhjuseks on aktiini- ja müosiiniahelate optimaalse kauguse häirumine, mida põhjustab lihase väljavenitamine. Kuigi eelpool kirjeldatud uuringus mõjutati säärelihast, võib eeldada, et muutused elastsuse näitajates on põhjendatavad muutustega müosiini- ja aktiiniahelatetöös, sest korrelatiivsed seosed nahapinna temperatuuri ja elastsus näitaja vahel puudusid. Seega muutus ei saa olla seotud nahapinna temperatuuri muutusega.

Võrreldes reielihase posterioorse osa nahapinna temperatuure enne ja pärast venitust, siis dünaamiliste venituste sooritamise järgselt temperatuur tõuseb, kuid staatiliste venituste kasutamisel nahapinna temperatuur langeb vähesel määral. Muutus on selgitatav dünaamilise venituse käigus suurema tehtava tööga ja seetõttu paraneb lihase verevarustus võrreldes staatilise venitustega, mida sooritati staatilises asendis kehalist tööd sooritamata. Temperatuuri ja lihastoonuse muutuste vahel tekib vastuolu, sest temperatuuri tõusmisega venituste käigus peaks paranema ka lihastoonus ja lihase temperatuuri langemisega suurenema ka toonuse näitaja. Nagu eespool kirjeldatud, siis toonuse näitajad dünaamiliste ja staatiliste venituste tulemusena oluliselt ei muutunud.

Dünaamiliste ja staatiliste venitusharjutuste kasutamisel toonuse näitajad taastusid pärast 10-minutist puhkust, toonuse näitajad taastusid võrreldes näitajatega enne soojendusjooksu. Sarnaselt toonuse näitajatele ei muutunud oluliselt ka reielihase dünaamiline jäikus puhkeperioodi järel võrreldes algnivooga. Olulisi erinevusi puhkeperioodi ja soojenduse

eelsete näitajatega, võrreldes dünaamilisi ja staatilisi venitusi, ei esinenud ka reielihaste mehaanilise pingelise relaksatsiooni ajas ja roomavuse näitajates.

Reielihase elastsuse näitaja pärast 10-minutilist puhkust üheselt ei muutunud. Staatiliste venituste sooritamise järgselt BF muutus pärast puhkeperioodi plastsemaks nii paremal kui vasakul jalal vastavalt 0,3% ja 0,8%. Dünaamiliste venituste kasutamisel parema jala BF muutus 1,6% plastsemaks ja vasaku jala BF 1,6% elastsemaks võrreldes enne soojendust mõõdetud tulemustega. Sarnaselt BF elastsus näitajatele staatilistel venitustel, muutus ka ST plastsemaks (vastavalt paremal jalal 0,8% ja vasakul jala 2,0%) 10-minutilise puhkeperioodi järgselt. Dünaamiliste venituste kasutamisel muutus elastsusnäitaja paremal ja vasakul jala ST erinevalt võrreldes soojenduse eelsete näitajatega. Vastavalt paremal jalg muutus vähesel määral elastsemaks (1,6%) ja vasak jalg plastsemaks (1,6%). Erinevus võis põhjustatud olla sellest, et vaatlusalused ei sooritanud üleshüpet 100% bilateraalselt, antud uuringu käigus lihaste aktivatsiooni hüppel ei mõõdetud. Antud uuringu tulemuste põhjal võib siiski tähendada staatiliste venituste negatiivset mõju reielihase elastsusele.

Kokkuvõttes, puuduvad uuringud, mis võrdleksid erinevate venitusharjutuste mõju alajäsemete toonuse, elastsuse, jäikuse, MPRA ja roomavuse näitajatele. Leidub küll uuring, (Rihvk jt., 2010) kus mõõdeti toonuse näitajate muutust staatilistel veinitustel, kuid uuringud seoses dünaamiliste venituste mõjuga toonuse näitajatele minule teadaolevalt ei leitud.

5.2. Üleshüppe näitajad

Uuringu üheks eesmärgiks oli võrrelda dünaamiliste ja staatiliste venituste mõju üleshüppe näitajatele. Uuringu tulemusena selgus, et dünaamiliste venitusharjutuste järgselt paranes PKH kõrgus 7,2%. Pärast 10-minutilist puhkeperioodi oli hüppe tulemus paranenud vähesel määral võrreldes enne venitusi näidatud tulemustega. Uuringu tulemused on kooskõlas Chatorou jt. (2013) uuringuga, kus noore tennisistid (keskmine vanus \pm SD: 14,5 \pm 1,5 a) sooritasid dünaamilisi venitusharjutusi sarnaselt antud uuringuga kolm seeriat kogukestvusega 60 s reie tagumise rühma lihastele. Dünaamiliste venituste positiivset mõju üleshüppe tulemustele on näidanud ka ja Carvalho jt. (2012).

Staatiliste venituste sooritamise järgselt PKH kõrgus vähenes 5,2% võrreldes tulemusega enne venitusharjutuste sooritamist. Pärast 10-minutilist puhkeperioodi oli üleshüppe kõrgus vähenenud 2,8% võrreldes enne venitusi näidatud tulemusega. Staatiliste venituste negatiivset

mõju üleshüppekõrgusele on kinnitanud Pearce jt. (2012), kes uurisid 15 kehaliselt tervet meest (keskmine vanus \pm SD 23,4 \pm 6,4). Uuringus selgus, et pärast staatiliste venituste sooritamist langes PKH kõrgus 6,2%. Tulemus on võrreldav antud uuringu tulemusega.

PKLH kõrgus paranes 2,8% pärast dünaamiliste venitusharjutuste sooritamist. Pärast 10-minutilist puhkeperioodi oli hüppe kõrgus paranenud vähesel määral võrreldes enne venitusi näidatud tulemustega. Staatiliste venituste sooritamise järgselt hüppe tulemus kasvas 0,9% ja pärast 10-minutilist puhkeperioodi paranenud 0,2% võrreldes venituste eelse näitajaga. PKLH kõrguse vähenemist pärast staatilisi venitusi on tähendatud ka Fotier jt. (2013), kes uuris 15 kehaliselt tervet inimest, kellest 9 olid mehed ja 6 naised. Vaatlusaluste keskmine vanus \pm SD 22,8 \pm 2,0 a. Pärast 20 s STATVH alajäsemetele vähenes PKLH kõrgus 4,3%. Staatiliste venitusharjutuste negatiivset mõju PKLH tähendasid ka Tsolakis ja Bogdanis (2012), kes uurisid 20 kiirus- ja jõualadega tegelevat kergejõustiklast, kellest 10 olid naised ja 10 mehed (vastavalt keskmine vanus \pm SE 22,1 \pm 1,3 ja 24,3 \pm 2,7). Nad leidsid, et nii 3 seeriat 15 s kui 45 s kestvusega STATVH vähendasid PKHL kõrgust 5,5%.

Hüppe kõrguste erinevused ilmnescid selgemalt PKH näitajatel. Vaatlusalused sooritasid mõlema hüppe puhul kaks katset. Seega võib eeldada, et vaatlusalused suutsid lihased kahe hüppega aktiveerida ning seetõttu muutused PKLH kõrgustes olid mõjutatud (Tsolakis ja Bogdanis, 2012). Kuigi staatilised venitused muutsid BF ja ST oluliselt platsemaks, võis eeldada, et tulemused erinevad just PKLH, kus kasutatakse võrreldes poolkükist üleshüppega rohkem lihase elastsuskomponente (Robbert jt., 1996 ja McBirde jt., 2008). Samas puudusid korrelatiivsed seosed hüppetulemuste ja toonuse näitajate vahel, mis tähendab, et hüpotees 1 antud uuringus kinnitus ei leidnud.

Uuringu tulemuste põhjal saab järeldada, et uuringus kasutatud dünaamilised venitusharjutused parandavad eelkõige käte abita poolkükist üleshüppe tulemusi. Üleshüppe tulemused paranevad eelkõige kohe pärast venituste sooritamist, kuid 10-minutilise puhkeperioodi järgselt langevad taas venituste eelsele tasemel. Nimetatud tulemus võib olla põhjustatud harjutuste vähesest intensiivsusest või kestvusest. Staatilised venitusharjutused mõjuvad käte abita poolkükist üleshüppe kõrgusele negatiivselt, seda nii koheselt pärast venitusharjutusi sooritatud tulemustele kui 10-minutilise puhkeperioodi järgselt. PKLH tulemused paranesid nii dünaamiliste kui staatiliste venituste järgselt vähesel määral, mis kinnitab, et töö püstitatud hüpotees 2 leidis kinnitust.

5.3. Uuringu limiteerivad faktorid ja praktiline väärtus

Antud uuringu üheks limiteerivaks faktoriks oli vaatlusaluste vähene arv. Kindlasti võib limiteeriva faktorina välja tuua vaatlusaluste mõningase sportike erialade varieeruvuse. Üheks limiteerivaks faktoriks on venituse intensiivsuse määramise subjektiivsus, samuti vähene venitusharjutuste arv.

Edaspidised uuringud võiksid hõlmata suuremat hulka venitusharjutusi ning uurida spordiala spetsiifilisi soojenduskavade ja kasutatavate harjutuste efektiivust sportlaste loomulikus keskkonnas. Lisaks võiks uurida erinevate harjutuste mõju kindlatele lihastele ning leida täpsem moodus venitusharjutuste intensiivsuse hindamiseks.

Uuringu oluliseks praktiliseks väljundiks on dünaamiliste venitusharjutuste positiivne mõju üleshüppe tulemustele. Oluliseks avastuseks on staatiliste venituste negatiivne mõju lihase elastsusele võrreldes dünaamiliste venitustega.

Antud uuringus saadud tulemusi saavad praktikas rakendada kiirus ja jõualadega tegelevad sportlased ja nende treenerid. Sportlased, kelle sportlik eriala nõuab alajäsemete maksimaalse jõu rakendamist, peaksid enne maksimaalset pingutust nõudvat tegevust eelistama dünaamilisi venitusharjutusi.

6. JÄRELDUSED

1. Dünaamilised venitusharjutused, kogukestvusega 60 s, parandavad või mõjuvad neutraalselt meeskergejõustiklaste, kiirusliku ja plahvatusliku jõu alade esindajate, reie lihaste elastsusele. Staatiliste venitusharjutuste sooritamine, kogukestvusega 60 s, muudab reie lihased plastsemaks (logaritmiline dekrement suureneb). Reie lihaste toonus, jäikus, mehaanilise pinge relaksatsiooni aeg ja roomavuse näitajad oluliselt soojenduse järgselt ei muutu.

2. Dünaamiliste venitusharjutuste sooritamine parandab meeskergejõustiklaste, kiirusliku ja plahvatusliku jõu alade esindajate, üleshüppe kõrgust ja staatilised venitusharjutused mõjuvad negatiivselt hüppe kõrgusele.

3. Meeskergejõustiklaste, kiirusliku ja plahvatusliku jõu alade esindajate, lihastoonuse ja üleshüppe näitajate vahel olulisi korrelatiivseid seoseid ei esine.

4. Dünaamiliste venituste sooritamise järgselt meeskergejõustiklaste, kiirusliku ja plahvatusliku jõu alade esindajate, reie lihase naha pinna posterioorse osa temperatuur ei muutu, staatiliste venituste järgselt nahapinna temperatuur langeb, kuid taastub 10-minutilise puhkeperioodi järgselt.

5. Keskmine positiivne korrelatiivne seos esines meeskergejõustiklaste, kiirusliku ja plahvatusliku jõu alade esindajate, BF toonuse näitajate ja reielihase DÜNVH vasakul jalal enne soojendust, pärast venitusharjutusi ja puhkeperioodi ning ST enne soojendust vasakul ja paremal jalal ning enne venitusi vasakul jalal ja pärast puhkeperioodi paremal jalal. STATVH esines positiivseid korrelatiivseid seoseid parema jala ST pärast venitusi ja puhkeperioodi ning vasakul jalal pärast puhkeperioodi.

Meeskergejõustiklaste, kiirusliku ja plahvatusliku jõu alade esindajate, elastsus näitajate ja nahapinna temperatuuri vahel statistiliselt olulisi korrelatiivseid seoseid ei esinenud.

Keskmine positiivne statistiliselt oluline korrelatiivne seos esines meeskergejõustiklaste, kiirusliku ja plahvatusliku jõu alade esindajate, reie lihase nahapinna temperatuuri ja jäikuse näitajate vahel vasaku jala BF DÜNVH enne soojendust ja pärast venitusi ning parema jala

ST enne soojendust. STATVH puhul esines positiivne korrelatiivne seos vaid parema jala ST pärast 10-minutilist puhkeperioodi.

Keskmine negatiivne statistiliselt oluline korrelatiivne seos esines meeskergejõustiklaste, kiirusliku ja plahvatusliku jõu alade esindajate, parema ja vasaku jala BF ja ST MPRA DÜNVH enne soojendust ja vasaku jala BF pärast venitust ning vasaku jala ST pärast soojendust ning parema jala ST pärast venitust. STATVH sooritamisel esinesid negatiivsed korrelatiivsed seosed parema jala ST pärast venitust ja pärast 10-minutilist puhkeperioodi.

Keskmine negatiivne statistiliselt oluline korrelatiivne seos esines meeskergejõustiklaste, kiirusliku ja plahvatusliku jõu alade esindajate roomavuse näitajates BF DÜNVH vasakul jala enne soojendust, pärast soojendust ja pärast venitust ning ST DÜNVH vasakul ja paremal jalal enne soojendust, vasakul jala pärast soojendust ja paremal jala pärast venitust. STATVH esines keskmiseid negatiivseid korrelatiivseid seoseid parema jala ST pärast venitust ja pärast puhkeperioodi.

7. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Agyapong-Badu S, Aird L, Bailey L, Mooney K, Mullix J, Warner M, Samuel D, Stokes M. Interrater reliability of muscle tone, stiffness and elasticity measurements of rectus femoris and biceps brachii in healthy young and older males. *Working Papers in the Health Sciences* 2013; 1:4: 1-11.
2. Bishop D. Warm Up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine* 2003; 33: 439-454.
3. Bishop D, Middleton G. Effects of static stretching following a dynamic warm-up on speed, agility and power. *Journal of Human Sport and Exercise* 2013; 8: 391-400.
4. Carvalho FLP, Carvalho MCGA, Simao R, Gomes TM, Costa PB, Neto LB, Carvalho RLP, Dantas EHM. Acute effect of a warm-up including active, passive, and dynamic stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2012; 26: 2447-2452.
5. Chtourou H, Aloui A, Hammouda O, Chaouachi A, Chamari K, Souissi N. Effect of static and dynamic stretching on the diurnal variations of jump performance in soccer players. *PlosOne* 2013; 8(8).
6. Enoka, R. M. (2002). *Neuromechanics of human movement*. Champaign: Human Kinetics.
7. Fletcher IM. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *European Journal of Applied Physiology* 2010; 109: 491-498.
8. Fletscher IM, Jones B. The effect of different warm up stretch protocols on 20m-sprint performance in trained rugby union players. *Journal of Strength Conditioning Research* 2004; 18: 885-888.

9. Fortier J, Lattier G, Babault N. Acute effects of short-duration isolated static stretching or combined with dynamic exercises on strength, jump and sprint performance. *Scinece and Sports* 2013; 28: 111-117.
10. Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiology* 2000; 89: 1179–1188.
11. Fradkin AJ, Gabbe BJ, Cameron PA. Does warming up prevent injury in sport? The evidence from randomised controlled trials? *Journal of Science and Medicine in Sport* 2006; 9: 214- 220.
12. Gray SC, Devito G, Nimmo MA. Effect of active warm-up on metabolism prior to and during intense dynamic exercise. *Medicine and Science in Sports Exercise* 2002; 34 (12): 2091-2096.
13. Grant S, Aitchison T, Henderson E, Christie J, Zare S, McMurray J, Dargie H. A comparison of the reproducibility and the sensitivity to change of visual analogue scales, Borg scales, and Likert scales in normal subjects during submaximal exercise. *Chest* 1999; 116 (5): 1208-1217.
14. Jackson AS, Pollock, ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition* 1978; 40, 497-504
15. Jordan JB, Korgaokar AD, Farley RS, Chaputo JL. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on agility performance in elite youth soccer players. *International Journal of Exercise Science* 2012; 5: 97-105.
16. Karavatas SG, Tavakol K. Concurrent Validity of Borg's: Rating of perceived exertion of African-American young Adults, employing heart rate as the standard. *The International Journal of Allied Health Sciences and Practice* 2005; 3:1: 1-4.
17. Kato E, Kanehisa H, Fukunaga T, Kawakami Y. Changes in ankle joint stiffness due to stretching: The role of tendon elongation of the gastrocnemius muscle. *European Journal of Sport Science* 2010; 10: 111-119.

18. Kay AD, Blazevich AJ. Effect of Acute Static Stretch on Maximal Muscle Performance: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports Exercise* 2012; 44/1: 154–164.
19. Kistler B, Walsh MS, Horn T, Cox R. The acute effects of static stretching on the sprint performance of collegiate men in the 60- and 100-m dash after a dynamic warm-up. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2010; 24: 2280-2284.
20. Lemmink KAPM, Kemper HCG, Greef MHG, Rispens P, Stevens M. The Validity of the Sit-and-Reach Test and the Modified Sit-and-Reach Test in Middle- Aged to older Men and women. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 2003; 74:3: 331-336.
21. Little T, Williams AG. Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2006; 20: 203–207.
22. Mandengue SH, Seck D, Bishop D, Cisse F, Tsala-Mbala P, Ahmaidi S. Are athletes able to self-select their optimal warm up? *Journal of Science and Medicine in Sports* 2005; 8: 26-34.
23. Mandengue SH, Miladi I, Bishop D, Temfemo A, Cisse F, Ahmaidi S. Methodological approach for determining optimal active warm-up intensity: predictive equations. *Science and Sports* 2009; 24: 9-14.
24. Mann DP, Jones MT. Guidelines to the implementation of a dynamic stretching program. *National Strength & Conditioning Association* 1999; 21; 6: 53-55.
25. McBirde JM, McCaulley GO, Cormie P. Influence on preactivity and eccentric muscle activity on concentric performance during vertical jump. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2008; 22(3): 750-757.

26. Murphy JC, Nagle E, Robertson RJ, McCrory JL. Effect of Single Set Dynamic and Static Stretching Exercise on Jump Height in College Age Recreational Athletes. *International Journal of Exercise Science* 2010; 3: 214-224.
27. Pagaduan JC, Pojskić H, Užičanin E, Babajić F. Effect of various warm-up protocols on jump performance in college football players. *Journal of Human Kinetics* 2012; 35: 127-132.
28. Parveen G. An effect of different duration of warm-up on the same selected physicalfitness of handball palayers. *Indian Streams Research Journal* 2013; 3; 2: 1-3.
29. Pearce AJ, Latella C, Kidgell DJ. Secondary warm-up following stretching on vertical jumping, hange of direction, and straight line speed. *European Journal of Sport Science* 2012; 12: 103-113.
30. Pearce AJ, Rowe GS, Whyte DG. Neural conduction and excitability following a simple warm up. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2012; 15: 164-168.
31. Pehkonen S, Leppänen M. Venitusharjutused. Tallinn: Menu Kirjastus; 2010
32. Perrier ET, Pavlov MJ, Hoffman MA. The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *The Journal of Strength&Conditioning Research* 2011; 25: 1925- 1931.
33. Puentedura E, Huijbregts PA, Celeste S, Edwards D, In A, Landers MR. Immediate effects of quantified hamstring stretching: hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2012; 12: 122-126.
34. Rihvk I, Clough A, Clough P. Investigation to compare staticstretching and proprioceptive neuromuscular facilitation on contract-relax stretching ectson the visco-elastic parametersof the biceps femoris muscle.*International Musculoskeletal Medicine* 2010; 32(4):157-162.

35. Robbert MF, Gerritsen KG, Litjens MCA, Van Soest AJ. Why is countermovement jump greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1996; 28(11): 1402-1412.
36. Samson M, Button DC, Chaouachi A, Behm DG. Effects of dynamic and static stretching within general and activity specific warm-up protocols. *Journal of Sports Science and Medicine* 2012; 11: 279-285.
37. Samukawa M, Hattori M, Sugama N, Takeda N. The effects of dynamic stretching on plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Manual Therapy* 2011; 16: 618-622.
38. Sekir U, Arabaci R, Akova B, Kadagan SM. Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2010; 20: 268–281.
39. Shellock FG, Prentice WE. Warming- up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Medicine* 1985; 2: 267-278.
40. Silveira G, Sayers M, Waddington G. Effect of dynamic versus static stretching in the warm-up on hamstring flexibility. *The Sport Journal*. 2011; 14:1: 100-110.
41. Simons DG, Mense S. Understanding and measurement of muscle tone as related to clinical muscle pain. *Pain* 1998; 75:1–17.
42. Smith ADH, Crebtree DR, Bilzon JLJ, Walsh NP. The validity of wireless iButtons® and thermistors for human skin temperature measurement. *Physiological Measurement* 2010; 31: 95-114.
43. Troumbley P. Static versus dynamic stretching effect on agility performance. Master Thesis. Utah State University. 2010.

44. Tsolakis C, Bogdanis GC. Acute effects of two different warm-up protocols on flexibility and lower limb explosive performance in male and female high level athletes. *Journal of Sports Science and Medicine* 2012; 11: 669-675.
45. Ylinen J, Kankainen T, Kautiainen H, Rezasoltani A, Kuukkanen T, Häkkinen A. Effect of stretching on hamstring muscle compliance. *Journal of Rehabilitation Medicine* 2009; 41: 80–84.
46. Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2007; 13: 11-12.
47. Vain A. Müomeetria. Skeetilihaste funktsionaalse seisundi biomehaaniline diagnostika. Füüsika-keemiateaduskond. Biomeditsiinitehnika ja meditsiinifüüsika teadus- ja koolituskeskus. Tartu Ülikool, 2002.
48. Vain, A. Biomehaanika alused ja biomaterjalid. Tallinn: TTÜ kirjastus 2011.
49. Veevo M, Ereline, J, Riso EM, Gapeyeva, H, Pääsuke M. The acute effect of warm-up, static and dynamic stretching exercises on biceps brachii muscle in female basketball players. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis* 2012; 18: 39-46.
50. Wallmann HW, Cristensen SD, Perry C, Hoover DL. The acute effects of various types of stretching static, dynamic, ballistic, and no stretch of the ilioas on 40-yard sprint times on recreational runners. *The International Journal of Sports Physical Therapy* 2012; 7: 540- 547.
51. Weppeler CH, Magnusson SP: Increasing Muscle Extensability: a matter of Increasing Length of Modifying Sensation? *Physical Therapy* 2010; 90: 438-449.
52. Winchester JB, Nelson AG, landin D, Young MA, Schexanrer IC. Static stretching impairs sprint performance on collagiate track and field athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2008; 22(1): 13-18.

53. Wittekind AL, Beneke R. Effect of warm-up on run time to exhaustion. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2009; 12: 480- 484.
54. Wong DP, Chaouachi A, Lau PWC, Behm DG. Short durations of static stretching when combined with dynamic stretching do not impair repeated sprints and agility. *Journal of Sports Science and Medicine* 2011; 10: 408-416.

The acute effect of static and dynamic stretching on thigh muscle tone and vertical jump performance in speed and explosive power trained male track-and-field athletes

Teet Meerits

SUMMARY

The aim of the study was to compare acute effect of static (SS) and dynamic stretching (DS) on thigh muscle tone and jump performance in male track and field athletes (mean age and SD $22,0 \pm 2,1$ years). Subjects participated in pre-competition season in the study with interval of twice. First time they performed DS (3x20 s) total duration 60 s for both legs and SS (3x20) total duration of 60 s.

First muscle tone characteristics (muscle tone, elasticity, stiffness, relaxation time and creep) were measured using MyotonPro (Müomeetria Ltd, Estonia). After 10 minute running (HR 130-140 min bpm) muscle tone characteristics, squat jump (SJ) and counter-movement jump (CMJ) height (cm) were measured using G-SENSOR (BTS- S.p.A., Italy). For either jump subject had two attempt, higher jump was taken for analyses. After that subject had stretching and muscle tone characteristics and jump performance were measured. After 10-minutes passive rest, muscle tone characteristics and jump performance were measured. Thigh muscle skin temperature were measured sensors (DS1922L, Maxim Integrated Products, Inc, USA).

The major findings of the study where:

1. Thigh muscle elasticity increased or stayed neutral after DS. Thigh muscle elasticity decreased after SS.
2. DS had positive effect on SJ and CMJ jump height. SS had negative effect on SJ and neutral effect on CMJ height.
3. There were no correlations between muscle tone and jump height.
4. Thigh muscle skin temperature did not change after DS. After SS thigh muscle skin temperature dropped, but increased after 10-minutes-rest.
5. Thigh muscle temperature had positive correlation between muscle tone and stiffness had negative correlation between relaxation time and creep.

TÄNUAVALDUSED

Olen siiralt tänulik treeneritele ja sportlastele, kes olid uuringuga seotud ja ilma kellela poleks uuringu läbiviimine võimalikuks saanud.

Täna töö valmimisel suureks abiks olnud AS MyotonPro esindajaid Aleko Peipsi ja Märt Kosemetsa, kes võimaldasid kasutada vajalikku aparatuuri.

Täna juhendajat Helena Gapeyevat, kaasuurijat - Sebastian Bacchieri't ja Antonio Cicchelli't Bologna ülikoolist. Täna nõuannete ja õpetuste eest müomeetria meetodi kohta Arved Vani.

Suur tänu termoandurite kasutamisel abiks olnud Martina Aedmale, Vahur Ööpikule ja Saima Timpannile.

Lisad

Lisa 1. Dünaamilised ja staatilised venitusharjutused

Dünaamilised ja staatilised venitusharjutused

1. Dünaamiline venitusharjutus reie tagumise rühma lihasele. Külitsi seinaga põlvest kergelt kõverdatud jala viimine ette-ülesse ja taha ülesse. Esmalt sooritada harjutus parema jalaga, seejärel vasakuga. Harjutust sooritada **3x20 sekundit**, sagedusega **60 lööki minutis** (vastavalt metronoomi antud tempole) (joonis 1).



Joonis 1. Dünaamiline venitusharjutus.

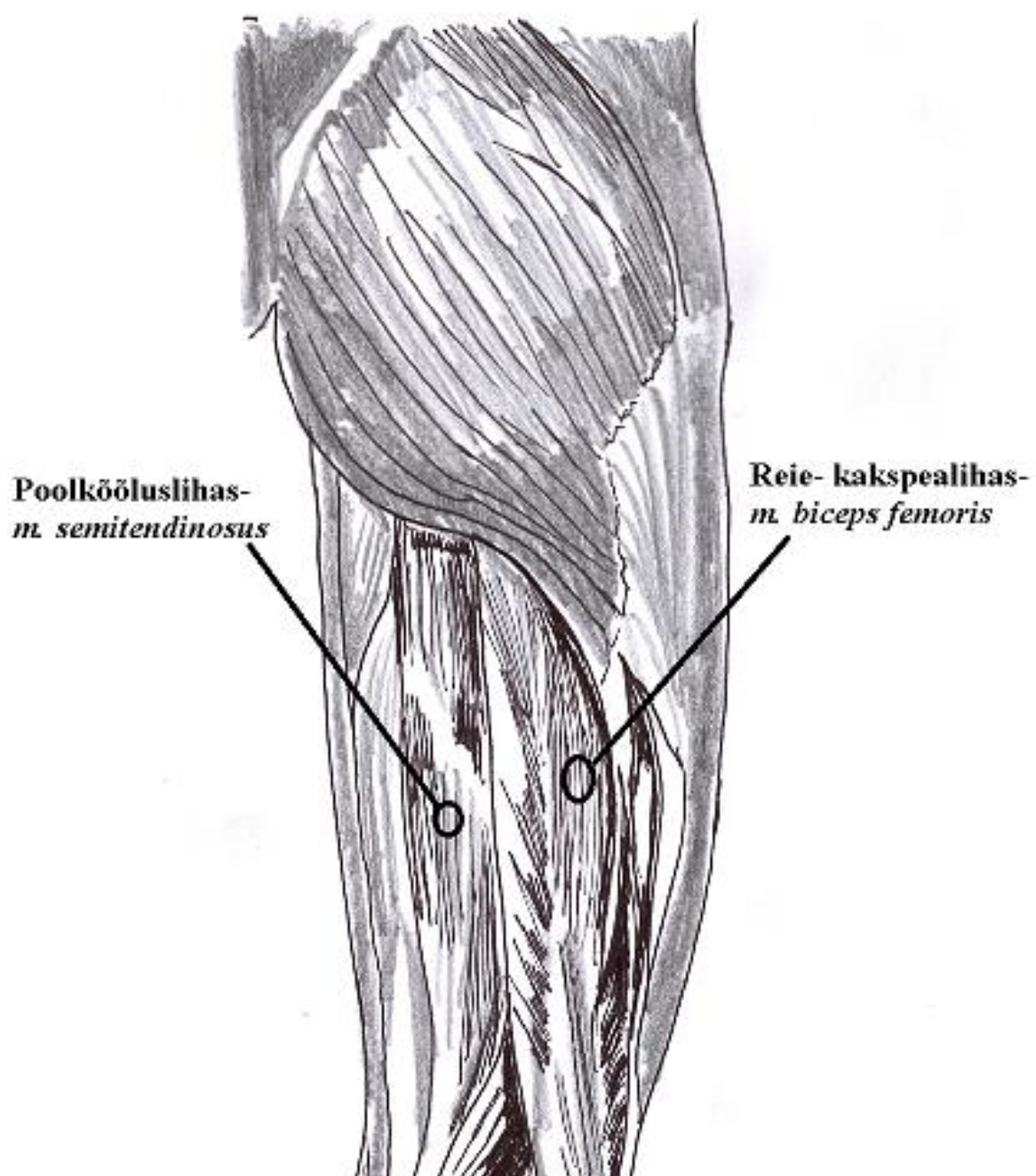
2. Staatiline venitus harjutus reie tagumisele lihasele. Selililamangus, tõmmata käte abiga põlvest kõverdatud jalga rindkere suunas 75% pingega maksimaalsest. Vaba jalg toetub täistallaga maha (joonis2) **Harjutuse kestvus 3x20 sekundit mõlemale jalale**, esmalt paremale jalale ja see järel vasakule jalale.



Joonis 2. Staatiline venitusharjutus.

Koostanud Sebastian Bacchieri ja Teet Meerits, Tartu 2014 ®

Lisa 2. Mõõtmispunktid lihastel



Lisa 3. Uuringusse sobivuse küsitlus

Uuringusse sobivuse küsitlus*

„Staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste akuutne mõju reielihaste toonuse ja vertikaalhüppe näitajatele meeskergejõustiklaste kiirusliku- ja plahvatusliku jõu alade esindajatel”

Kuupäev:

Nimi:

Sugu:

Sünniaeg:

Spordiala/eriala:

Spordialaga tegemise staaž (aastates):

Treeningumaht (mitu kord/mitu tundi nädalas):

Kas hetkel esineb kaebusi tervisliku seisundi üle?

Hinnang hetke tervislikule seisundile (skaalal 0-10; 0- väga halb; 10 väga hea):

Kas on olnud traumasid viimase: 6 kuu jooksul? Kui jah, siis millised ja millal?

Kas treenite hetkel maksimaalsete koormustega?

Tänan vastamast!

*koostanud magistritöö tarbeks Teet Meerits

Lisa 4. Vaatlusaluse küsitluse vorm

VAATLUSALUSE KÜSITLUS: *

KOOD_____ VANUS_____ SPORDIALA_____

TREENINGUT NÄDALAS_____ VÕISTLUST AASTAS_____

TREENING TUNDI NÄDLAS_____ TEENING AASTATES_____

TÕSISED VIGASTUSED _____

KUI JAH, SIIS MILLAL _____

MUUD FÜÜSILISED PROBLEEMID _____

Palun märgi viimase aasta jooksu esinenud vigastused

Ülakeha	Rindkere	Lülisammas	Alajäsemed
<input type="checkbox"/> Õlg	<input type="checkbox"/> Rangluu	<input type="checkbox"/> Kael	<input type="checkbox"/> Tuharalihas V P
<input type="checkbox"/> Käte ülemine osa	<input type="checkbox"/> Rinnak	<input type="checkbox"/> Selja keskmine osa	<input type="checkbox"/> Puus V P
<input type="checkbox"/> Käte ülemine osa	<input type="checkbox"/> Roided	<input type="checkbox"/> Alaselg	<input type="checkbox"/> Kubeme lihas V P
<input type="checkbox"/> Käte alumine osa			<input type="checkbox"/> Reie kaks pea V P
<input type="checkbox"/> Ranne			<input type="checkbox"/> Reie neli pea V P
			<input type="checkbox"/> Põlv V P
			<input type="checkbox"/> Achilles V P
			<input type="checkbox"/> Sääre lihas V P
			<input type="checkbox"/> Hüppeliiges V P
			<input type="checkbox"/> Varbad V P

Kuidas vigastus diagnoositi? ☐ Röntgen ☐ Ultraheli ☐ MRI ☐ Muu

Oled kunagi olnud haiglas seoses vigastusega? ☐ Jah ☐ Ei

Millal ja kus?

Palun kirjelda:

Kas oled olnud operatsiooni? ☐ Jah ☐ Ei

Millal operatsioon toimud ja mida opereeriti?

Palun kirjelda:

* koostanud: S. Bacchieri, BSc, Bologna Ülikool

Tõlge: T. Meerits, Tartu, 2014 ®

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Teet Meerits

(sünnikuupäev: 08.12.1989)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Staatiliste ja dünaamiliste venitusharjutuste akuutne mõju reielihaste toonuse ja vertikaalhüppe näitajatele meeskergejõustiklaste kiirusliku- ja plahvatusliku jõu alade esindajatel,

mille juhendaja on Helena Gapeyeva

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 20.05.2014